

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *robotika* pada era Industrial Revolution 4.0 telah memberikan pengaruh signifikan terhadap berbagai sektor, khususnya pendidikan tinggi yang dituntut untuk menghasilkan lulusan dengan kompetensi teknis sesuai kebutuhan industri [1]. Laporan World Economic Forum tahun 2023 menyebutkan bahwa digitalisasi dan otomasi diperkirakan akan mempengaruhi lebih dari 44% aktivitas kerja global dalam lima tahun mendatang, sehingga institusi pendidikan wajib memperkuat pembelajaran berbasis laboratorium dan sistem *robotika* yang aplikatif [2]. Kebijakan Merdeka Belajar–Kampus Merdeka (MBKM) di Indonesia turut mendorong peningkatan kompetensi mahasiswa melalui kegiatan praktikum dan project-based learning dengan menekankan keterampilan problem solving berbasis perangkat elektronik dan sistem kendali [3]. Kondisi ini diperjelas oleh data Badan Pusat Statistik (BPS) yang menunjukkan peningkatan pemanfaatan sistem otomatisasi oleh industri manufaktur sebesar 27% pada tahun 2024, menandakan adanya peningkatan kebutuhan terhadap SDM yang memahami *robotika* dan mekatronika [4]. Dari sisi pendidikan, perangkat *robotika* seperti *robot line follower* menjadi media pembelajaran yang umum digunakan untuk memperkenalkan konsep sensor, aktuator, sistem gerak otonom, dan kendali motor secara praktis kepada mahasiswa teknik. *Robot* jenis ini dinilai mampu menampilkan hubungan langsung antara sensor pembaca jalur, sistem pemroses data, dan aktuator penggerak dalam bentuk motor *DC* yang bekerja secara simultan mengikuti jalur tertentu. Selain itu, *robot line follower* juga menjadi sarana untuk memahami karakteristik sistem navigasi otonom, stabilitas gerakan, serta respons terhadap variasi jalur berbasis sinyal optik. Dengan demikian, integrasi *robot line follower* dalam sistem pembelajaran menjadi semakin relevan untuk memperkuat kompetensi mahasiswa di bidang teknologi otomatisasi.

Robot line follower generasi terbaru umumnya dilengkapi dengan sistem operasi internal (*OS Internal*) yang memungkinkan *robot* bergerak secara otomatis tanpa memerlukan pemrosesan eksternal menggunakan platform seperti Arduino atau mikrokontroler lain [5]. Sistem operasi internal ini mengatur seluruh proses sensor reading, decision making, dan pengendalian motor, sehingga seluruh instruksi dijalankan secara otomatis berdasarkan pemrograman bawaan pabrik [6]. Keberadaan *OS Internal* memberikan keuntungan bagi kegiatan praktikum dasar karena mahasiswa dapat fokus pada analisis performa sistem tanpa harus terlibat dalam pemrograman tingkat rendah yang sering kali membutuhkan waktu

tambahan untuk debugging. Namun, sifat *OS Internal* yang tertutup menjadikan akses pengguna terhadap algoritma atau parameter kendali menjadi terbatas, sehingga penelitian mengenai *robot* ini harus dilakukan dengan pendekatan pengamatan dan pengukuran langsung pada parameter fisik seperti tegangan, arus, kecepatan motor, serta respons mekanis *robot* [7]. Evaluasi performa *robot* berbasis *OS Internal* menjadi penting untuk mengetahui apakah sistem kendali bawaan telah bekerja secara stabil dan konsisten dalam berbagai kondisi penggunaan. Selain itu, *robot* dengan *OS Internal* banyak digunakan sebagai media pembelajaran pada institusi vokasi dan perguruan tinggi karena bersifat plug-and-play, sehingga analisis performa *robot* perlu dilakukan untuk memastikan bahwa *robot* bekerja efektif dan aman digunakan dalam kegiatan praktikum. Pemilihan *robot* semacam ini sebagai objek penelitian membuka ruang bagi pengujian eksperimental yang fokus pada parameter nyata yang dapat diukur secara langsung, sehingga sesuai untuk penelitian dasar dalam bidang kontrol motor dan analisis sistem dinamis.

Pengukuran tegangan merupakan salah satu aspek fundamental dalam memahami performa *robot line follower* karena tegangan suplai berpengaruh langsung terhadap kemampuan sistem elektronik dalam mempertahankan kestabilan kerja komponen [8]. Jika tegangan yang diterima motor tidak stabil atau turun di bawah batas minimal operasional, maka kecepatan putar motor dapat berubah dan menyebabkan *robot* kehilangan akurasi dalam mengikuti jalur yang telah ditentukan. Dalam banyak studi *robotika*, tegangan yang stabil berkorelasi dengan performa sistem yang lebih konsisten, terutama pada *robot mobile* yang mengandalkan dua motor untuk bergerak secara seimbang. Pengukuran kecepatan motor atau *RPM (revolutions per minute)* dilakukan menggunakan tachometer digital untuk mendapatkan nilai presisi yang dapat digunakan dalam evaluasi sistem kendali *OS Internal*. Selain itu, hubungan antara tegangan suplai dan kecepatan motor dapat memberikan gambaran mengenai efisiensi aktuator serta keandalan *OS Internal* dalam mengatur sinyal PWM bawaan pabrik. Metode pengukuran ini sangat penting terutama ketika *robot* tidak memungkinkan untuk dilakukan modifikasi pemrograman sehingga pengamatan terhadap keluaran fisik menjadi satu-satunya cara untuk menilai performa sistem. Dengan mengevaluasi kecepatan motor kiri dan kanan, peneliti dapat mengetahui apakah *OS Internal* mampu menjaga keseimbangan pergerakan *robot* sehingga tidak terjadi penyimpangan jalur. Oleh sebab itu, pengukuran tegangan dan kecepatan motor merupakan indikator utama dalam menilai kualitas kerja *robot line follower* berbasis *OS Internal* yang banyak digunakan dalam lingkungan pendidikan.

Sebagian besar penelitian *robot line follower* dalam lima tahun terakhir lebih berfokus pada pengembangan algoritma kendali seperti PID (*ProPortional–Integral–Derivative*),

fuzzy logic, neural network, serta optimisasi sensor untuk meningkatkan akurasi navigasi *robot* [9]–[11]. Meskipun penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi *robotika*, masih sedikit penelitian yang secara khusus mengevaluasi *robot line follower* yang sudah jadi dan memiliki *OS Internal* bawaan pabrik melalui pendekatan pengukuran parameter fisik tanpa modifikasi perangkat lunak. Kondisi ini menciptakan *research gap* karena *robot* jenis ini banyak digunakan dalam pembelajaran dasar *robotika* namun belum banyak dianalisis performanya dari sisi parameter operasional seperti tegangan suplai dan kecepatan motor yang merupakan dua komponen paling penting dalam sistem gerak *robot*. Evaluasi berbasis data eksperimen terhadap parameter tersebut dapat membantu menentukan apakah *OS Internal* bekerja dengan stabil dan layak digunakan sebagai media pembelajaran di perguruan tinggi. Pendekatan ini sejalan dengan meningkatnya kebutuhan pendidikan untuk menyediakan perangkat pembelajaran yang terstandarisasi, mudah digunakan, dan memiliki performa terukur. Dengan meningkatnya penggunaan *robot* edukasi dalam mata kuliah mekatronika dan sistem kendali di berbagai perguruan tinggi Indonesia, penelitian ini menjadi penting sebagai upaya sistematis dalam memberikan pemahaman objektif mengenai kualitas *robot* yang digunakan. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar perbaikan dalam penggunaan *robot* tersebut di kegiatan praktikum serta memberikan gambaran bagi pengembangan *robot* edukasi generasi berikutnya. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai analisis kinerja *robot line follower* berbasis *OS Internal* melalui pengukuran tegangan dan kecepatan motor memiliki tingkat urgensi yang tinggi dalam mendukung efektivitas pembelajaran dan evaluasi perangkat *robotika* secara komprehensif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah disusun berdasarkan kondisi objektif bahwa *robot line follower* yang digunakan dalam penelitian merupakan *robot* yang sudah jadi, memiliki *OS Internal* bawaan pabrik, serta hanya dapat dianalisis melalui parameter fisik seperti tegangan dan kecepatan motor. Untuk itu, identifikasi masalah dilakukan agar penelitian memiliki arah yang jelas dan sistematis.

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

1. Bagaimana kondisi tegangan operasional *robot line follower* berbasis *OS Internal* selama proses pergerakan mengikuti jalur?

2. Bagaimana kecepatan putar motor kiri dan kanan *robot* saat melakukan navigasi menggunakan *OS Internal* bawaan pabrik?
3. Bagaimana hubungan antara tegangan suplai dan kecepatan motor terhadap performa gerak *robot line follower* secara keseluruhan?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini disusun untuk memberikan arah pencapaian yang sesuai dengan permasalahan yang telah dirumuskan. Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis tegangan operasional *robot line follower* berbasis *OS Internal* dalam kondisi berjalan.
2. Mengukur serta mengevaluasi kecepatan motor kiri dan kanan sebagai indikator performa aktuator *robot*.
3. Menentukan hubungan antara tegangan suplai dan kecepatan motor sebagai dasar evaluasi performa *robot line follower*.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan data mengenai analisis performa *robot line follower* berbasis *OS Internal* melalui pengukuran tegangan dan kecepatan motor.
2. Menjadi referensi bagi mahasiswa dan dosen dalam memahami kinerja dan stabilitas *robot* edukasi yang telah memiliki *OS Internal* bawaan pabrik.
3. Memberikan masukan bagi pengembang atau penyedia *robot* edukasi untuk meningkatkan performa dan stabilitas sistem gerak *robot*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian agar lebih terarah, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Objek penelitian adalah *robot line follower* yang sudah jadi dan memiliki *OS Internal* bawaan, tanpa modifikasi hardware maupun software.
2. Parameter yang dianalisis hanya tegangan suplai dan kecepatan motor (*RPM*) saat *robot* bergerak mengikuti jalur.
3. Pengujian dilakukan pada lintasan hitam di atas permukaan putih dan lintasan putih di atas permukaan hitam dengan prosedur standar tanpa variasi bentuk jalur yang kompleks.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penulisan skripsi ini disusun sebagai pedoman sistematis dalam penyusunan laporan penelitian sehingga setiap proses penulisan memiliki dasar ilmiah, alur yang runtut, serta keselarasan dengan kaidah penulisan akademik. Metodologi penulisan meliputi rangkaian tahapan berikut.

1. Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap ini diawali dengan pengamatan awal terhadap fenomena yang terjadi pada objek penelitian, yaitu *robot line follower* berbasis sistem operasi internal, serta identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan parameter tegangan operasional dan kecepatan motor. Permasalahan dirumuskan secara jelas untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan memastikan penelitian memiliki arah yang terukur serta relevansi akademik.

2. Tahap Pengumpulan dan Penelaahan Literatur

Pada tahap ini penulis melakukan kajian literatur secara mendalam yang mencakup teori dasar robotika, prinsip kerja motor *DC*, sistem kendali pada *robot* mobile, konsep sensor inframerah, serta keterkaitan antara tegangan dan kecepatan motor. Kajian literatur mencakup buku ilmiah, jurnal nasional dan internasional, prosiding konferensi, serta hasil penelitian terdahulu yang memiliki relevansi langsung dengan objek penelitian. Tahap ini bertujuan untuk membangun landasan teoretis yang kuat dan mendukung penyusunan kerangka berpikir.

3. Tahap Penyusunan Kerangka Teoretis dan Desain Penelitian

Berdasarkan hasil penelaahan literatur, disusun kerangka teoretis yang meliputi variabel penelitian, hubungan antarvariabel, serta teori pendukung yang digunakan dalam analisis. Selanjutnya dilakukan penyusunan desain penelitian yang mencakup pemilihan metode penelitian, penentuan variabel, pengembangan instrumen penelitian, serta penyusunan prosedur pengumpulan data. Desain penelitian disusun dengan memperhatikan prinsip objektivitas, keterukuran, dan replikabilitas.

4. Tahap Pengumpulan Data Teruji

Tahap ini dilakukan dengan melaksanakan prosedur pengukuran sesuai dengan metode penelitian yang telah ditetapkan. Data teruji diperoleh melalui pengukuran tegangan suplai dan kecepatan motor (*RPM*) menggunakan multimeter digital dan tachometer. Setiap pengukuran dilakukan secara berulang untuk memperoleh data yang valid, reliabel, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

5. Tahap Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan melakukan perhitungan nilai rata-rata, penyimpangan, dan pola hubungan antarvariabel. Analisis dilakukan berdasarkan teori yang telah dikaji untuk memberikan interpretasi yang objektif, sistematis, dan logis. Tahap ini dimaksudkan untuk menghasilkan temuan penelitian yang dapat menjawab rumusan masalah secara tepat.

6. Tahap Penyusunan Laporan Penelitian

Tahap terakhir adalah penyusunan laporan penelitian dalam bentuk skripsi sesuai dengan struktur baku yang mencakup Bab I Pendahuluan, Bab II Teori Penunjang, Bab III Perancangan Sistem, Bab IV Hasil Penelitian dan Analisa, serta Bab V Penutup. Penulisan dilakukan dengan memperhatikan kaidah bahasa ilmiah, format yang ditetapkan oleh perguruan tinggi, standar sitasi IEEE untuk daftar pustaka, serta kelengkapan lampiran pendukung. Seluruh temuan penelitian disajikan secara runtut, sistematis, dan koheren.

1.6 Sistematika Kepenulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini disusun secara terstruktur dan logis agar pembahasan setiap bab saling berkesinambungan serta mencerminkan alur penelitian dari identifikasi masalah hingga kesimpulan. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

a. Bab I – Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang masalah yang menjelaskan dasar pemikiran penelitian, rumusan masalah yang menggambarkan fokus permasalahan yang dikaji, tujuan penelitian yang menunjukkan hasil yang ingin dicapai, serta manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis. Selain itu, bab ini juga memuat batasan atau ruang lingkup penelitian agar kajian tetap terarah dan relevan dengan fokus penelitian yang telah ditentukan.

b. Bab II – Teori Penunjang

Bab ini memuat teori-teori yang relevan dengan topik penelitian, mencakup konsep dasar *robot line follower*, *OS Internal*, tegangan, motor *DC*, dan pengukuran *RPM*. Dalam bab ini juga dijelaskan hasil-hasil penelitian terdahulu yang mendukung kajian, serta disusun kerangka konseptual dan hubungan antarvariabel sebagai dasar berpikir dalam penelitian. Bab ini berfungsi memperkuat fondasi ilmiah penelitian agar memiliki pijakan teoritis yang kokoh.

c. Bab III – Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan pendekatan dan jenis penelitian yang digunakan, lokasi dan waktu pelaksanaan, populasi dan sampel penelitian, serta variabel dan definisi operasionalnya. Selain itu, dijelaskan pula teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, uji validitas dan reliabilitas, serta teknik analisis data yang digunakan. Bab ini bertujuan untuk Menunjukkan bahwa penelitian dilakukan secara sistematis, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

d. Bab IV – Hasil Penelitian dan Analisa

Bab ini menyajikan hasil pengolahan dan analisis data yang diperoleh dari pengukuran tegangan dan kecepatan motor, baik dalam bentuk tabel, grafik, maupun uraian naratif. Analisis dilakukan untuk menguji hipotesis dan menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Pada bagian pembahasan, hasil penelitian diinterpretasikan dan dikaitkan dengan teori-teori yang telah dibahas sebelumnya untuk menjelaskan implikasi dan makna temuan secara ilmiah.

e. Bab V – Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang merupakan jawaban langsung dari rumusan masalah berdasarkan hasil analisis dan pembahasan. Selain itu, disampaikan pula saran-saran konstruktif yang dapat dijadikan rekomendasi bagi pihak terkait seperti dosen, mahasiswa, dan institusi pendidikan dalam mengoptimalkan penggunaan media pembelajaran berbasis *robotik*. Bab ini menegaskan kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kualitas pembelajaran teknik di perguruan tinggi.

f. Daftar Pustaka dan Lampiran

Bagian akhir skripsi memuat daftar pustaka yang berisi sumber-sumber ilmiah yang digunakan dalam penelitian, seperti buku, jurnal, laporan resmi, dan artikel ilmiah lainnya yang relevan. Sementara bagian lampiran berisi instrumen penelitian, tabel data, hasil uji validitas dan reliabilitas, serta dokumen pendukung lainnya yang memperkuat keabsahan hasil penelitian.