

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyandang disabilitas fisik menghadapi hambatan mobilitas seperti akses transportasi terbatas, biaya tinggi, dan perencanaan yang rumit, sehingga membatasi akses layanan penting dan menurunkan kualitas hidup. Kursi roda elektrik (*Electric Powered Wheelchair/EPW*) menjadi solusi yang paling realistis untuk meningkatkan kualitas hidup pengguna. Namun masih terdapat kekhawatiran terkait aspek aksesibilitas bagi penyandang disabilitas, karena kontrol/input konvensional dirancang untuk pengguna sehat sehingga perangkat tersebut tidak selalu mudah digunakan oleh individu disabilitas berat (misal cedera tulang belakang ataupun stroke) [1].

Berbagai inovasi telah dikembangkan, seperti pengendalian kursi roda menggunakan suara, sinyal EoG, maupun gestur tubuh. Di antara semua metode itu, sistem kendali berbasis gestur tubuh menggunakan sensor inersia (*Inertial Measurement Unit/IMU*) Juga telah dikembangkan dan menjadi salah satu solusi yang menjanjikan dikarenakan tidak bergantung pada kondisi lingkungan seperti pencahayaan dan kebisingan. Sensor IMU yang terdiri dari akselerometer dan giroskop mampu merekam pergerakan tubuh pengguna secara *real-time* untuk kemudian diklasifikasikan menjadi perintah gerak kursi roda seperti maju, mundur, belok kiri, dan belok kanan [2].

Supaya sistem kendali berbasis gestur tubuh dapat bekerja akurat dan andal, berbagai algoritma pembelajaran mesin telah diterapkan untuk mengklasifikasikan sinyal EMG, seperti *Decision Tree*, *Random Forest*, *Support Vector Machine* (SVM), dan *Linear Regression*. *Support Vector Machine* dan *Random Forest* menjadi algoritma yang sering digunakan dikarenakan keandalan algoritma tersebut dalam memisahkan data dengan margin maksimum, dan *Random Forest* memiliki ketahanan terhadap *noise* serta unggul dalam menangani data *nonlinier*.

Random Forest dan *Support Vector Machine* (SVM) merupakan metode klasifikasi yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam kategori maju, mundur, ke kanan, ke kiri, dan berhenti. *Random Forest* bekerja dengan membangun banyak pohon keputusan (*Decision Tree*) dari subset data dan fitur yang berbeda, kemudian hasil klasifikasi ditentukan berdasarkan suara terbanyak (*majority voting*) [3]. Dengan pendekatan ini, setiap keputusan dan klasifikasi dapat dipahami dengan mudah.

Sementara itu, SVM bekerja dengan menentukan batas pemisah (*hyperplane*) terbaik yang memaksimalkan jarak antarkelas data. Dengan bantuan fungsi kernel, SVM mampu memisahkan data nonlinier ke dalam ruang berdimensi lebih tinggi sehingga klasifikasi dapat dilakukan secara optimal [4]. Dalam

pengelompokan gerakan tubuh yang diukur menggunakan sensor giroskop, kedua metode ini membangun model klasifikasi berdasarkan nilai sudut dan perubahan gerakan sebagai fitur masukan. Setiap pohon pada *Random Forest* menghasilkan prediksi kelas gerakan, sedangkan pada SVM hasil klasifikasi ditentukan berdasarkan posisi data terhadap *hyperplane*.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem kendali kursi roda berbasis gestur, namun masing-masing masih menyisakan celah pada implementasinya, sistem kendali kursi roda berbasis gestur masih menghadapi beberapa kendala, seperti variasi gerakan antar pengguna yang menyebabkan perlunya pelatihan ulang model, kebutuhan gerakan tubuh yang cukup besar [5] [6]. Selain itu, beberapa pendekatan berbasis sensor giroskop MPU-6050 seperti Deyo (*Decision Tree*, akurasi 93,33%) dan Illahi (KNN, akurasi 85,33%) menunjukkan hasil klasifikasi yang tinggi, namun keduanya hanya mengandalkan satu algoritma tunggal tanpa pembandingan [10][11]. Adapun Thomas menerapkan *Random Forest* dengan akurasi 99,85%, tetapi masih pada gestur tangan berbasis sensor Leap Motion, bukan gerakan tubuh menyeluruh [12]. Kondisi ini menunjukkan bahwa belum ada penelitian yang secara langsung membandingkan performa *Random Forest* dan SVM pada sistem klasifikasi gerakan tubuh berbasis sensor MPU-6050 untuk kendali kursi roda secara *real-time*.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi gestur tubuh berbasis sensor inersia untuk kendali kursi roda serta membandingkan performa algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest*. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi klasifikasi, memperbaiki kinerja sistem secara *real-time*, serta berkontribusi dalam pengembangan teknologi bantu yang praktis, andal, dan mudah digunakan bagi penyandang disabilitas motorik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kendali kursi roda berbasis gestur tubuh menggunakan sensor MPU-6050 dengan algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest*?
2. Metode klasifikasi manakah yang lebih optimal antara SVM dan *Random Forest* dalam sistem kendali kursi roda berdasarkan tingkat akurasi, presisi dan waktu *processing* ?
3. Bagaimana perbandingan performa algoritma yang digunakan dalam penelitian ini dengan algoritma atau hasil pada penelitian terdahulu?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem kendali kursi roda berbasis klasifikasi gestur tubuh menggunakan sensor inersia (IMU) yang dapat bekerja secara *real-time* dan akurat menggunakan algoritma SVM dan *Random Forest*.
2. Menentukan algoritma yang paling optimal berdasarkan parameter akurasi, presisi dan waktu pemrosesan pada data sensor.
3. Membandingkan performa algoritma SVM dan *Random Forest* yang digunakan dalam penelitian ini dengan hasil penelitian terdahulu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah pengembangan inovasi sistem kendali kursi roda berbasis klasifikasi gestur tubuh menggunakan sensor inersia (*Inertial Measurement Unit/IMU*) yang terdiri dari akselerometer dan giroskop. Dengan dirancangnya sistem kendali kursi roda berbasis gerakan tubuh, penyandang disabilitas motorik dapat bergerak lebih fleksibel tanpa harus sepenuhnya mengandalkan dorongan tangan atau *joystick* konvensional, sehingga mempermudah mobilitas sehari-hari. Selain itu, dengan mengurangi ketergantungan pengguna pada penggunaan tangan dalam mengendalikan kursi roda, sistem ini diharapkan dapat meminimalkan risiko cedera akibat kelelahan fisik serta meningkatkan kenyamanan dan kemandirian pengguna dalam beraktivitas. Penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam menentukan metode klasifikasi yang paling optimal antara algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan *Random Forest* untuk sistem kendali kursi roda berbasis sensor inersia yang akurat dan andal.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya mengklasifikasikan gestur tubuh menjadi lima perintah gerak, yaitu maju, mundur, belok kiri, belok kanan, dan berhenti.
2. Sensor yang digunakan adalah *Inertial Measurement Unit* (IMU) yang terdiri dari *accelerometer* dan *gyroscope*, yang digunakan untuk mendeteksi percepatan serta orientasi gerakan tubuh pada tiga sumbu (x, y, dan z)
3. Pengujian sistem dilakukan pada skenario terbatas (lingkungan terkontrol) dan tidak mencakup seluruh kondisi nyata seperti permukaan jalan yang tidak rata atau penggunaan di luar ruangan secara ekstrem.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai landasan teori pendukung yang digunakan dalam penyelesaian masalah pada tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode yang mencakup diagram alir penelitian, prinsip kerja, bahan yang digunakan, perancangan jaringan dan teknik pengujian yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisi informasi hasil dan pembahasan dari penelitian tugas akhir ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

