BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Disabilitas adalah suatu keadaan yang menyebabkan keterbatasan dalam fungsi tubuh dan partisipasi individu secara utuh di masyarakat. Disabilitas dapat bersifat bawaan, akibat kecelakaan, atau penyakit yang menimbulkan gangguan permanen maupun temporer pada tubuh. Merujuk pada data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, jumlah penyandang disabilitas fisik di Indonesia tercatat sebanyak 22,97 juta orang, atau sekitar 8,5% dari total populasi di Indonesia. Tingginya angka tersebut mendorong gerakan pengembangan berbagai teknologi dan inovasi guna mendukung mobilitas, kemandirian dan menaikkan taraf hidup mereka [1]. Beberapa contoh teknologinya adalah kursi roda elektrik dengan *joystick* [2], penggunaan lengan robotik [3], alat bantu dengar [4], serta *virtual keyboard* yang dikendalikan melalui gerakan mata [5]. Selain pendekatan berbasis *joystick* maupun gerakan visual, terdapat pula teknologi pengendalian alat bantu yang menggunakan sinyal tubuh atau lebih dikenal dengan biosignal.

Biosignal merupakan sinyal elektrik fisiologis yang dihasilkan oleh tubuh manusia [6],[7]. Jenis-jenis biosignal antara lain Electrooculography (EOG), Electromyography(EMG),Electrocardiography(ECG),dan Electroencephalography (EEG). EOG merekam perbedaan potensial listrik di sekitar mata yang dihasilkan oleh pergerakan bola mata [8][9]. EMG menangkap sinyal dari aktivitas otot rangka [10],[11], sedangkan ECG mengukur aktivitas listrik otot jantung [12]. Adapun EEG merekam sinyal elektrik dari aktivitas otak [13],[14].

Dari berbagai jenis biosignal tersebut, EEG menjadi salah satu yang paling banyak digunakan dalam pengembangan sistem bantu untuk penyandang disabilitas dalam beberapa tahun terakhir [15]. Teknologi berbasis EEG telah dimanfaatkan untuk alat bantu dengar [8], terapi penderita stroke atau ALS (*Amyotrophic Lateral Sclerosis*) [16],[17], keyboard virtual untuk penyandang disabilitas fisik[5], lengan prostetik[18], hingga pengendalian kursi roda cerdas [19].

Dalam konteks pengendalian kursi roda, EEG dapat digunakan melalui berbagai bentuk input, seperti gerakan otot wajah, motor imagery (membayangkan gerakan otot) [20],[21], mental imagery (aktivitas kognitif seperti menghitung), hingga *Steady-State Visually Evoked Potentials* (SSVEP) [20], yaitu respons otak terhadap rangsangan visual. Di antara sinyal-sinyal tersebut, sinyal dari gerakan otot wajah seperti kedipan mata atau kontraksi rahang sebenarnya tergolong artefak EEG, yakni sinyal non-otak yang turut terekam oleh sensor EEG [22],[23],[24].

Meskipun dalam praktik umum artefak EEG dianggap sebagai gangguan dan sering kali dibuang dalam proses analisis sinyal otak [25]. Dalam penelitian ini artefak justru dimanfaatkan sebagai sumber utama pengendalian. Pendekatan ini memungkinkan satu sistem EEG memiliki fungsi ganda baik sebagai alat monitoring aktivitas otak, maupun sebagai sistem kendali berbasis artefak.

Pendekatan ini justru lebih efisien untuk penyandang disabilitas dengan kebutuhan khusus seperti penderita epilepsi.

Namun demikian, sinyal EEG dan artefaknya memiliki amplitudo yang sangat kecil dan pola yang kompleks, sehingga diperlukan metode klasifikasi yang tepat untuk mengidentifikasi jenis sinyal sebagai input kendali [26]. Oleh karena itu, pendekatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) menjadi solusi utama dalam proses klasifikasi sinyal tersebut. Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan metode seperti Random Forest dan Gradien Boosting untuk klasifikasi sinyal EEG dalam sistem kendali motor [26]. Namun Random Forest dan Gradien Boosting membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama dalam proses eksekusi perintah. Random Forest dan Gradien Boosting cenderung kompleks dan memerlukan tuning parameter yang intensif sehingga dapat terjadi kesalahan klasifikasi akibat fluktuasi sinyal yang tidak konsisten (noise). Maka diperlukan metode lain yang dapat tahan *noise* salah satunya adalah *decision tree*. Decision Tree menawarkan solusi klasifikasi yang lebih stabil dan interpretatif terhadap sinyal input. Dengan kemampuannya membentuk aturan klasifikasi yang eksplisit dan terstruktur, Decision Tree mampu mengurangi kesalahan klasifikasi akibat fluktuasi sinyal yang tidak konsisten, sekaligus memberikan transparansi dalam pengambilan keputusan yang sangat penting dalam sistem real-time berbasis sinyal.

Dalam penelitian ini, akan dikembangkan sistem pengendalian kursi roda dengan memanfaatkan artefak EEG dari kedipan mata dan kontraksi rahang, yang diklasifikasikan menggunakan metode kecerdasan buatan, yaitu *Decision Tree*. Dengan pendekatan ini, diharapkan menyempurnakan masalah terkait kesalahan klasifikasi dan meningkatkan waktu komputasi untuk respons sistem yang lebih sigap.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam membangun sistem pengendali kursi roda berbasis Brain-Computer Interface (BCI), diperlukan pemahaman yang mendalam terhadap karakteristik sinyal EEG, termasuk artefaknya. Artefak seperti kedipan mata (EOG) dan gerakan rahang (EMG), meskipun bukan sinyal otak murni, dapat dimanfaatkan sebagai sumber input untuk sistem kendali. Namun, sinyal ini berada dalam rentang tegangan mikrovolt dan memiliki bentuk yang beragam, sehingga memerlukan teknik klasifikasi yang tepat untuk memastikan akurasi sistem.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara merancang sebuah sistem kendali motor pada kursi roda berdasarkan variasi artefak kedipan mata dan Gerakan rahang?
2. Bagaimana cara menerapkan algoritma *decision tree* untuk membedakan jenis artefak sinyal EEG dalam Brain Computer Interface?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang sebuah sistem kendali motor pada kursi roda berdasarkan variasi artefak kedipan mata dan Gerakan rahang.
2. Untuk menerapkan algoritma *decision tree* dalam membedakan jenis artefak sinyal EEG dalam Brain Computer Interface.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan diperlukan adanya batasan-batasan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan tujuan penelitian lebih tercapai dengan maksimal. Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.

1. Perekaman data sinyal EEG menggunakan empat channel (Fp1, Fp2, C3, C4) dengan mengikuti sistem 10-20.
2. Sampel diadapatkan dari orang dengan kondisi mata normal dan rambut dalam keadaan kering.
3. Sampel tidak boleh bergerak secara bebas saat melakukan proses perekaman data agar terhindar dari sinyal non serebral dan harus menggunakan alas kaki.
4. Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel tidak boleh terhubung ke listrik PLN karena akan menimbulkan derau (*noise*) pada sinyal EEG.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk pengembangan dalam penerapan sebagai kendali untuk alat bantu bagi penyandang disabilitas agar dapat menjalani kehidupan dengan lebih normal, tanpa bantuan dari orang lain.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir disusun menjadi beberapa bagian sesuai dengan pedoman penulisan tugas akhir Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas agar lebih mudah dibaca dan dipahami oleh pembaca. Penjabaran dari sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan, berisi tentang gambaran singkat "Sistem BCI Berbasis Artefak EEG Kedipan dan Gerakan Rahang untuk Merancang Sistem Kendali Kursi Roda Menggunakan Metode Decision Tree" yang terdiri dari latar belakang tugas akhir, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori, berisi tentang teori-teori pendukung dalam penelitian tugas akhir seperti peralatan dan komponen, prinsip kerja serta konsep-konsep dalam penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini.

Bab III Metodologi Penelitian, berisi tentang metode yang digunakan, tahapan yang dilakukan dan blok diagram.

Bab IV Hasil dan pembahasan, berisi mengenai penjabaran hasil dan analisis yang didapatkan selama penelitian.

Bab V Penutup, berisi mengenai Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan, serta saran mengenai perbaikan penelitian untuk kedepannya.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA