

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Brain Computer Interface (BCI) merupakan teknologi yang dapat berkomunikasi untuk mengontrol perangkat eksternal dari sinyal otak pengguna secara real time [1]. BCI menyediakan cara yang baru untuk melakukan kontrol perangkat eksternal komputer dengan menerjemahkan sinyal otak ke perintah komputer, yang dapat membantu kehidupan sehari-hari penyandang disabilitas dan meningkatkan kapasitas perilaku normal [2].

Penyandang disabilitas merupakan seseorang dengan keterbatasan fisik, mental atau gabungan dari keduanya dalam jangka waktu yang lama [3]. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) penyandang diartikan dengan orang yang menderita sesuatu. Sedangkan disabilitas merupakan kata serapan bahasa Inggris disability yang berarti keadaan dimana tidak mampu melakukan hal – hal dengan cara yang biasa [4].

Data statistik organisasi kesehatan dunia atau World Health Organization (WHO) menggunakan hasil *World Healt Survey* dan *Global Burden of Disease* untuk mengestimasi prevalensi disabilitas didapatkan bahwa 15,4% dari total populasi di dunia mengalami disabilitas. Menurut data yang dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) melalui Survei Sosial Ekonomi Nasional tahun 2012 jumlah penyandang disabilitas di Indonesia diperkirakan 2,45% dari total penduduk Indonesia. Semakin banyak jumlah penyandang disabilitas, maka semakin banyak yang membutuhkan perangkat yang membantu melakukan aktivitas sehari-hari tanpa bergantung pada orang lain [5]. Oleh karena itu, penderita disabilitas yang tidak dapat menangani rutinitas sehari-hari mereka membutuhkan banyak dukungan untuk meningkatkan kemampuan mereka untuk melakukan dan melanjutkan kehidupan secara normal [6].

Para peneliti baru-baru ini mengusulkan metode ilmiah baru untuk memulihkan fungsi bagi mereka yang memiliki gangguan motorik, salah satu metode ini adalah menyediakan otak dengan saluran komunikasi dan kontrol non-otot baru, untuk menyampaikan pesan dan perintah ke dunia luar atau untuk

mengontrol perangkat seperti: lengan robot, kursi roda, dan perangkat lainnya sehingga dengan teknologi ini tidak ada lagi orang merasa tidak mampu [7].

Brain Computer Interface (BCI) menciptakan hubungan langsung antara niat individu dan dunia luar, dan sangat berharga bagi orang-orang dengan cacat motorik yang parah [8]. Banyak cara telah diusulkan, kebanyakan dari mereka terutama berfokus pada interaksi antara robot dan manusia, tanpa partisipasi tangan manusia [9]. Teknologi ini dapat digunakan oleh penyandang disabilitas untuk meningkatkan kemandirian dan memaksimalkan kemampuan mereka [6]. Teknologi BCI menyediakan sistem komunikasi dengan perangkat eksternal menggunakan *Electroencephalography* (EEG) atau sinyal otak lainnya [10].

Electroencephalography (EEG) merupakan perangkat akuisisi data sinyal otak dalam sistem BCI [11]. Peralatan *Electroencephalography* (EEG) banyak digunakan untuk merekam sinyal otak dalam sistem BCI karena non-invasif, memiliki resolusi waktu yang tinggi, potensi mobilitas pengguna dan biaya yang relatif rendah [12].

BCI berbasis EEG dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu *evoked* dan spontan [11], meskipun beberapa artikel juga menyebutnya sebagai eksogen dan endogen [2]. Dalam sistem tipe *evoked*, diperlukan stimulasi eksternal, seperti stimulasi visual, pendengaran atau sensorik. Stimulus membangkitkan respons di otak yang kemudian diidentifikasi oleh sistem BCI untuk menentukan kehendak pengguna [14]. Dalam BCI tipe spontan, tidak ada stimulasi eksternal yang diperlukan, tindakan kontrol diambil berdasarkan aktivitas-aktivitas yang dilakukan.

Sistem EEG tipe *evoked* dipisahkan menjadi menjadi dua kategori utama: *Visual Evoked Potential* (VEP), sinyal yang otak yang dihasilkan sebagai respons terhadap rangsangan visual, dan *Event-Related Potentials* (ERP), sinyal otak yang dihasilkan sebagai respons terhadap peristiwa sensorik atau kognitif [9,14]. *Steady State Visually Evoked Potential* (SSVEP) adalah salah satu bidang BCI berbasis VEP [14]. Sedangkan bentuk EEG berbasis ERP yang paling banyak diteliti adalah P300. Prinsip kerja SSVEP dan P300 dengan pengguna perlu menatap rangsangan visual untuk membangkitkan sinyal agar dapat melakukan kontrol pada perangkat eksternal [37].

Keputusan antara menggunakan sistem BCI tipe *evoked* atau spontan memerlukan pertimbangan kekuatan dan kelemahan masing-masing pendekatan. Sistem BCI tipe *evoked* biasanya membutuhkan lebih banyak pelatihan dan sensor yang digunakan, serta memerlukan tatapan pengguna untuk diperbaiki pada rangsangan dan konsentrasi konstan ini dapat melelahkan. Sedangkan tipe spontan tidak memerlukan pelatihan dan dapat dengan mudah dikuasai oleh sejumlah besar pengguna bila dibandingkan dengan tipe *evoked* [2,9,10].

Sistem BCI tipe spontan banyak menggunakan kedip mata sadar. Sinyal EEG mata berkedip adalah sumber eksternal memiliki jumlah korelasi yang lebih tinggi dengan saluran EEG frontal daripada semua sumber lain karena memiliki perubahan amplitudo yang signifikan [14].

Aplikasi BCI telah dieksplorasi di banyak bidang seperti komunikasi, robotika dan kontrol mobilitas, dan neuromodulasi [13]. Ali dkk., merancang sebuah sistem kontrol BCI berbasis VEP dikembangkan oleh untuk mengendalikan kursi roda secara *real time*. Penelitian lain melakukan perancangan sistem BCI berbasis P300 untuk mengontrol peralatan rumah seperti pintu dan lampu [36]. Pada implementasi EEG dalam mekanisme kontrol Brain Computer Interface (BCI) berbasis *evoked* atau spontan masih kekurangan sinyal yang akan dijadikan perintah kontrol untuk perangkat eksternal sehingga perlunya penambahan sinyal lain untuk dijadikan perintah kontrol [15].

Beberapa tahun terakhir, sistem *Brain Computer Interface* (BCI) hibrida diusulkan untuk kontrol multi-dimensi dengan menggabungkan sinyal EEG untuk menghasilkan beberapa perintah kontrol secara bersamaan untuk aplikasi tertentu. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi sistem BCI [15]. Tujuan dari BCI hibrida adalah untuk menyediakan lebih banyak perintah dengan akurasi yang meningkat kepada pengguna BCI [16]. BCI hibrida berbasis EEG dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok, yaitu kombinasi antara dua jenis sinyal EEG [11], kombinasi antara sinyal EEG dan sinyal fisiologis lainnya seperti *Electromyography* (EMG) [13], *Electrooculography* (EOG) [4], dan kombinasi antara EEG dan perangkat cerdas lainnya [3].

George, dkk [17] telah melakukan penelitian sistem BCI hibrida dengan menggabungkan sinyal EEG dan input *joystick* untuk menyediakan platform

kontrol yang efisien pada robot. Namun penggunaan terdapat permasalahan batu yakni *joystick* tidak memadai atau tidak praktis, misalnya saat digunakan oleh penyandang disabilitas motorik [17]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Tang, dkk [K] mengontrol robot lengan BCI dengan menggabungkan sinyal EEG dan EMG sehingga didapatkan hasil bahwa sinyal EMG akurat dan respon cepat [18].

Electromyography (EMG) merupakan metode yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh pergerakan otot [19]. Perekaman sinyal EMG dapat dilakukan pada otot wajah [20], otot lengan [21], otot pinggang [22], dan otot kaki [23]. Sinyal EMG mentah sangat sensitif terhadap faktor intrinsik (karakteristik anatomi dan fisiologis) dan ekstrinsik (konfigurasi atau penempatan elektroda, persiapan kulit). Sehingga sinyal EMG perlu dilakukan pengolahan, yang mengacu pada konversi sinyal EMG, dengan demikian merupakan langkah kunci dalam memungkinkan untuk interpretasi yang tepat [24]

Kontrol lengan robotik berbasis EEG diharapkan mampu mengembalikan kemampuan motorik dan sensorik yang hilang bagi penyandang disabilitas dengan memanfaatkan pikiran mereka untuk mengendalikan lengan robot [25]. Sehingga diharapkan sistem kontrol menggunakan sinyal EEG menjadi alternatif lain dalam mengontrol robot lengan. Berdasarkan uraian diatas, melalui penelitian ini akan dirancang sebuah penelitian dengan judul Perancangan Sistem *Brain Computer Interface* Berbasis *Electroencephalography* Untuk Pengoperasian Robot Lengan Menggunakan Metode *Threshold*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada implementasi EEG dalam mekanisme kontrol Brain Computer Interface (BCI) berbasis *evoked* atau spontan dapat dijadikan perintah kontrol untuk perangkat eksternal. Sinyal EEG yang akan digunakan pada *Brain Computer Interface* (BCI) berbasis EEG, sensitif terhadap faktor intrinsik dan ekstrinsik. Oleh karena itu untuk mendapatkan sinyal EEG yang ‘bersih’ maka perlu dilakukannya analisis lebih lanjut agar dapat membangun mekanisme kontrol BCI menggunakan sinyal EEG. Sehingga rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana ciri fitur dari sinyal EEG saat melakukan kedipan mata sadar, tidak sadar dan kontraksi rahang (menggigit) yang direkam menggunakan perangkat EEG?
2. Bagaimana cara merancang mekanisme sistem BCI berbasis EEG untuk kontrol robot lengan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui fitur-fitur sinyal saat melakukan kedipan mata sadar, tidak sadar dan kontraksi rahang (menggigit) yang direkam menggunakan perangkat EEG
2. Merancang mekanisme sistem BCI untuk kontrol robot lengan sistem BCI hibrida dengan menggabungkan dua sinyal EEG yang berbeda untuk kontrol robot lengan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan terdapat batasan-batasan permasalahan agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian tercapai secara maksimal. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Peralatan *Electroencephalography* (EEG) yang digunakan hanya dapat dipakai oleh subjek dengan diameter kepala sekitar 42 – 50 cm.
2. Sampel data EEG diambil menggunakan 8 Channel (Fp1, Fp2, C3, C4, P7, P8, O1, dan O2) sesuai dengan sistem 10-20.
3. Sampel data direkam dari subjek penelitian memiliki keadaan mata yang normal.
4. Pada saat menggunakan peralatan EEG subjek tidak boleh bergerak secara bebas dan menggunakan alas kaki.
5. Peralatan yang digunakan tidak terhubung dengan listrik PLN karena akan memberikan derau (*noise*) pada sinyal EEG.

6. Robot lengan yang digunakan memiliki empat derajat kebebasan atau empat buah servo, yaitu: *base servo*, *shoulder servo*, *elbow servo*, dan *gripper servo*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari melakukan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui fitur sinyal EEG kedipan mata sadar (kedua mata, kedip mata kiri, kedip mata kanan), tidak sadar dan kontraksi rahang (menggigit) sehingga dapat membangun sistem *Brain Computer Interface* (BCI) berbasis EEG untuk kontrol robot lengan agar dapat menjadi alternatif untuk mengendalikan robot lengan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan proposal ini dibuat menjadi beberapa bagian yang sistematis agar lebih mudah dipahami sesuai dengan pedoman penulisan tugas akhir Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Sistematika penulisan proposal ini dipaparkan sebagai berikut.

- Bab I Pendahuluan, bagian ini membahas mengenai latar belakang dari penelitian ini. Setelah itu dijelaskan rumusan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan. Kemudian penjelasan tentang tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan. Pada bagian ini juga menjabarkan batasan permasalahan dalam penelitian.
- Bab II Landasan Teori, berisi tentang teori pendukung untuk melakukan penelitian. Pada Bab II akan menjelaskan mengenai *Brain Computer Interface* (BCI), *Electroencephalography* (EEG), robot lengan, dan peralatan serta komponen yang digunakan dalam penelitian.
- Bab III Metodologi Penelitian, menjelaskan mengenai jenis penelitian yang dilakukan, memberikan gambaran tahap – tahap penelitian yang dilakukan. Bagian ini menjelaskan rancangan pengambilan

data, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan Teknik pengolahan sinyal EEG.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, menjabarkan mengenai hasil penelitian dan analisis hasil pengujian penelitian yang telah dilakukan.

Bab V Penutup, berisi kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian yang akan dilakukan berikutnya.

