

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, masyarakat menghadapi banyak tantangan sosiologis dan finansial, sehingga waktu yang tersedia untuk lansia atau penyandang disabilitas menjadi lebih sedikit. Ada peningkatan jumlah penyandang disabilitas di masyarakat yang tidak dapat merawat diri mereka sendiri[1]. Berdasarkan data kementerian koordinator bidang pembangunan manusia dan kebudayaan republik Indonesia jumlah penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 22,97 juta jiwa atau sekitar 8,5% dari jumlah penduduk Indonesia, dengan jumlah disabilitas terbanyak pada usia lanjut[2].

Penelitian terbaru memperkirakan bahwa 60% penyandang disabilitas sedang hingga berat di Indonesia tidak menggunakan alat bantu. Alat bantu seperti alat bantu dengar[3], kacamata[4], dan prostetik[5] (alat bantu untuk anggota tubuh yang hilang) merupakan alat bantu yang tingkat pemenuhannya masih rendah[6]. Untuk menghadapi kondisi ini maka diperlukan penelitian untuk merancang model alat bantu bagi penyandang disabilitas.

Penggunaan robot untuk mendukung para lansia dan penyandang disabilitas dalam melakukan aktivitas kehidupan sehari-hari secara mandiri telah menunjukkan hasil yang baik [7]. Penelitian ini berfokus pada pengembangan alat bantu berupa tangan prostetik[8]. Tangan porostetik dikenal juga salah satunya berupa robot manipulator[9]. Robot manipulator memberikan kesempatan untuk menjembatani kesenjangan antara disabilitas tanpa fungsi tangan dan lingkungan, sehingga memungkinkan penyandang disabilitas untuk menggenggam dan memanipulasi objek dengan baik[10].

Pada proses pergerakan robot manipulator inverse kinematic sangat penting untuk diimplementasikan karena melibatkan penghitungan sudut sendi untuk memposisikan lengan robot secara akurat[11], [12], [13]. Metode tradisional seperti pemecah analitis atau teknik numerik seperti Newton-Raphson dan invers Jacobian biasanya digunakan, tetapi metode ini dapat dibatasi oleh struktur atau kecepatan robot manipulator[14]. Metode inverse kinematic meningkatkan kemampuan manipulator untuk mencapai posisi dan orientasi *end effector* dengan tepat.

Input eksternal untuk robot manipulator bervariasi tergantung pada fungsi spesifik yang diperlukan. Salah satu pendekatannya adalah dengan menggunakan perangkat input eksternal dengan antarmuka yang mudah digunakan untuk mengoperasikan sistem robotik dengan pencitraan dan perangkat robotik [15]. Dalam metode lain, variabel masukan seperti variabel kinematik atau gaya yang diterapkan dengan memandu robot manipulator secara manual melalui unit sensor

yang terhubung ke unit komputasi, yang kemudian mengubah variabel tersebut menjadi antarmuka aktuator visual [16]. Perangkat audio dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan robot dan memungkinkan interaksi suara secara simultan dengan banyak orang [17]. Akan tetapi, penggunaan audio akan sangat berpengaruh ketika digunakan pada kondisi lingkungan yang bising.

Electrooculography (EOG) sudah banyak digunakan sebagai inputan pada sistem pengendalian salah satunya yaitu EOG digunakan untuk menggerakkan sendi robot dan Electromyography (EMG) digunakan untuk menggenggam objek[18]. Selanjutnya riset robot manipulator yang dikendalikan oleh gerakan lengan manusia serta mengendalikan gripper menggunakan kontraksi otot fleksor tangan atau sinyal EMG[19]. Riset lainnya yaitu perancangan robot manipulator dua Joint. Robot manipulator bekerja berdasarkan informasi dari dua penerima sinyal absolut yang berfungsi sebagai sensor gerakan di siku kiri pengguna. Alat genggam mengambil dan melepaskan objek sesuai dengan sinyal EMG yang berasal dari otot fleksor tangan kiri[19]. EOG juga telah digunakan untuk mengontrol robot yang menjangkau target dalam arena 3-D. Lima properti sinyal EOG digunakan, yaitu: ambang batas, polaritas sinyal, integrasi sinyal EOG absolut, puncak dan periode gelombang. Penggunaan properti ini memungkinkan robot untuk mendeteksi sinyal EOG, memperkirakan jarak tatapan mata dan membedakan antara gerakan tatapan mata, kedipan mata yang disengaja dan kedipan mata yang tidak disengaja[20].

Penelitian ini bertujuan membangun metode alternatif untuk menggerakkan robot manipulator sehingga pengguna bisa memindahkan objek dari suatu koordinat menuju koordinat lain yang dikendalikan dengan menggunakan sinyal EOG. Properti sinyal EOG yang menjadi input kendali pada penelitian ini adalah kedip mata, lirik kanan, lirik kiri, lirik atas, lirik bawah. Proses automasi juga dibantu dengan satu kamera untuk menentukan koordinat yang akan dituju robot manipulator saat mengambil objek. Robot manipulator bergerak dalam ruang 3D dengan implementasi metode inverse kinematic yang menghasilkan sudut servo pada joint robot untuk menuju koordinat baru. Berdasarkan uraian ini, maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “Pengendalian Robot Manipulator 4-Dof Menggunakan Sinyal Electrooculography Dan Kamera Untuk Aplikasi Pick And Place”.

1.2. Rumusan Masalah

Robot manipulator dapat memberikan solusi untuk membantu manusia dalam kegiatan sehari-hari dengan berbagai metode pengendalian. Perlu adanya metode alternatif dalam mengendalikan robot manipulator untuk mengambil dan memindahkan objek dalam ruang 3D yang lebih canggih dan fleksibel[21].

Fleksibilitas dan kemampuan pergerakan lengan robot sangat penting untuk manipulasi objek yang efektif di berbagai lingkungan. Kemajuan terbaru dalam lengan robotik fleksibel menekankan pada konfigurasi derajat kebebasan

dan sistem kontrol yang canggih untuk meningkatkan kemampuan beradaptasi dan kinerja yang presisi[22].

Selanjutnya dengan menggunakan inverse kinematic dalam koordinat cartesian memberikan beberapa manfaat seperti menyederhanakan desain pengendali yang dapat diaplikasikan secara real-time[23]. Selain itu, dapat meningkatkan tingkat keberhasilan dan membantu menghindari perhitungan yang memakan banyak sumber daya dibandingkan metode forward kinematic[24] atau inverse kinematic tradisional[25]. Oleh karena itu, telah disusun rumusan masalah penelitian ini yang dapat dilihat pada poin-poin berikut :

1. Bagaimana mengembangkan sistem kendali robot manipulator berbasis EOG dan kamera untuk manipulasi objek dalam ruang 3D ?
2. Bagaimana performa akurasi sistem kendali EOG dan kamera dalam hal akurasi penempatan end effector robot manipulator ditinjau dari parameter error posisi ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diajukan, tujuan penelitian tesis ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan sistem kendali robot manipulator berbasis EOG dan kamera untuk manipulasi objek dalam ruang 3D dengan target akurasi posisi end effector.
2. Menguji tingkat akurasi metode kendali pada robot manipulator melalui pengujian : Deteksi jarak objek, Akurasi pengenalan sinyal EOG, dan akurasi posisi *end effector*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan penelitian ini diajukan untuk menghindari pembahasan di luar ruang lingkup penelitian, sehingga penafsiran lebih fokus dan tujuan tercapai secara maksimal.

1. Pengendalian berfokus pada robot manipulator dengan 4 derajat kebebasan untuk manuver mengambil dan meletakkan objek dengan titik yang telah ditentukan.
2. Posisi kamera horizontal dan sejajar terhadap objek dengan spesifikasi objek berbentuk kubus serta warna yang unik.
3. Objek diletakkan pada koordinat sumbu $z=0$
4. Pengambilan objek berada pada area kerja robot dengan kondisi tidak ada objek yang lain.
5. Metode sistem kendali diujikan pada kondisi orang normal atau tidak memiliki gangguan penglihatan.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yang signifikan baik dari segi teoritis maupun praktis. Dari segi teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang robotika dan sistem kendali berbasis biosignal, khususnya dalam integrasi sistem kendali EOG dengan sistem visual. Hasil penelitian dapat menjadi landasan teoritis untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang sistem kendali robot menggunakan biosignal.

Dari segi praktis, penelitian ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas hidup penyandang disabilitas dengan menyediakan solusi teknologi yang dapat membantu mereka menjadi lebih mandiri dalam melakukan aktivitas sehari-hari, terutama dalam hal mengambil dan memindahkan objek. Pengembangan sistem kendali berbasis EOG ini juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan alat bantu yang lebih kompleks dan aplikasi serupa di bidang lain. Lebih jauh lagi, penelitian ini dapat mendorong kesadaran masyarakat tentang potensi teknologi assistive dan pentingnya pengembangan teknologi inklusif yang dapat meningkatkan kualitas hidup penyandang disabilitas.

1.6. Kontribusi Penelitian

Penelitian terkait pengendalian robot manipulator telah banyak dikerjakan oleh peneliti lainnya dengan berbagai metode kendali seperti sinyal dari batasan Camera[26], Sound[27], EOG[18], EEG[28], EMG[29], Trajectory Planning[30], dan Wearable Sensory System[31]. Penelitian ini memberikan tiga kontribusi utama dalam pengembangan sistem kendali robot manipulator. Pertama, implementasi robot 4-DOF memberikan fleksibilitas lebih dalam pengambilan objek, memungkinkan manuver dari arah atas maupun depan yang optimal terutama saat objek berada dekat dengan base robot. Kedua, integrasi sistem EOG dan kamera menghasilkan metode kendali yang intuitif, dimana pengguna dapat dengan mudah menentukan posisi objek sesuai kebutuhan. Ketiga, penerapan metode inverse kinematic yang dikombinasikan dengan path planning menghasilkan pergerakan robot yang lebih akurat dan efisien dengan mempertimbangkan optimasi jalur.

1.7. Sistematika Penelitian

Bagian utama tulisan ini secara sistematis dibagi menjadi beberapa bab untuk memudahkan pembaca memahaminya. Sistematika tesis ini terdiri dari:

- Bab I Pendahuluan, bab ini membahas mengenai latar belakang dari masalah dalam pembuatan tesis ini, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang akan dicapai, kontribusi penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab II Tinjauan Pustaka, bab ini membahas tentang materi berupa komponen, metode yang digunakan, dan teori pendukung lainnya.
- Bab III Metodologi Penelitian, berisi penjelasan langkah-langkah pelaksanaan penelitian mulai dari identifikasi masalah, perancangan, dan analisis dan

evaluasi.

Bab IV Hasil dan Analisa, berisi penjelasan mengenai proses dan hasil pengujian dari sistem yang telah dibuat serta analisa dari hasil pengujian tersebut.

Bab V Berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini beserta saran untuk penelitian selanjutnya untuk hasil yang lebih baik.

