

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI ROBOT MANIPULATOR 4-DOF
BERBASIS ARTEFAK *ELECTROENCEPHALOGRAPHY*
MENGUNAKAN *IMAGE PROCESSING* DAN METODE KLASIFIKASI
LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS UNTUK PENGAMBILAN OBJEK**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu
(S-1) di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Oleh

Zakky Akbar Pahlevi

2210951007

Pembimbing 1

Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T.,M.T

NIP. 198205222005011002

Pembimbing 2

Baik Budi, S.T.,M.T

NIP. 198903292024061001



Program Studi Sarjana

Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Andalas

2026

Judul	Perancangan Sistem Kendali Robot Manipulator 4-DOF Berbasis Artefak Electroencephalography Menggunakan Image Processing dan Metode Klasifikasi Linear Discriminant Analysis Untuk Pengambilan Objek	Zakky Akbar Pahlevi
Program Studi	Teknik Elektro	2210951007
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
Abstrak Teknologi <i>Brain-Computer Interface</i> (BCI) merupakan solusi inovatif untuk membantu individu dengan keterbatasan fisik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem kendali lengan robot manipulator 4-DOF yang dioperasikan melalui sinyal artefak <i>Electroencephalography</i> (EEG) sebagai alat bantu bagi penyandang disabilitas motorik berat. Metode yang diusulkan meliputi akuisisi data melalui perangkat OpenBCI (kanal Fp1, Fp2, C3, C4) dan penerapan algoritma <i>Linear Discriminant Analysis</i> (LDA) untuk mengklasifikasikan enam aktivitas otot wajah: kedipan dua mata, kedipan kanan, kedipan kiri, lirik kiri, lirik kanan, dan gigitan rahang. Sistem ini juga mengintegrasikan pengolahan citra berbasis ruang warna HSV dengan konfigurasi dua kamera ortogonal untuk mendeteksi koordinat 3D objek, serta kalkulasi <i>Inverse Kinematics</i> untuk navigasi pergerakan sendi robot. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 5 subjek, model klasifikasi LDA mencapai tingkat akurasi keseluruhan sebesar 96,22% dengan waktu komputasi 0,000024 detik. Subsistem pengolahan citra menunjukkan tingkat presisi spasial yang tinggi dengan rata-rata <i>error</i> di bawah 2 mm, sementara aktuasi mekanis <i>Inverse Kinematics</i> mencatatkan rata-rata keberhasilan antara 98,46% hingga 99,96%. Pada pengujian integrasi sistem <i>real-time</i>, persentase keberhasilan (<i>success rate</i>) mencapai 100% untuk instruksi pengambilan dan pelepasan objek, serta 80-90% untuk instruksi rotasi. Inovasi sistem robotik ini terbukti bekerja secara presisi, responsif, dan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai teknologi asistif bagi kemandirian pasien disabilitas motorik. Kata Kunci: Brain-Computer Interface (BCI), EEG, Linear Discriminant Analysis (LDA), Robot Manipulator, Inverse Kinematics, Pengolahan Citra.		

<i>Title</i>	<i>Design of a 4-DOF Robotic Manipulator Control System Based on Electroencephalography Artifacts Using Image Processing and Linear Discriminant Analysis Classification Method for Object Retrieval</i>	<i>Zakky Akbar Pahlevi</i>
<i>Study Program</i>	<i>Electrical Engineering</i>	<i>2210951007</i>
<i>Faculty of Engineering Andalas University</i>		
<i>Abstract</i> <i>Brain-Computer Interface (BCI) technology is an innovative solution to assist individuals with physical limitations. The objective of this research is to design and develop an autonomous 4-DOF robotic arm control system operated via Electroencephalography (EEG) artifact signals as an assistive device for individuals with severe motor disabilities. The proposed method involves data acquisition using an OpenBCI device (channels Fp1, Fp2, C3, C4) and the implementation of the Linear Discriminant Analysis (LDA) algorithm to classify six facial muscle activities: double eye blink, right eye blink, left eye blink, leftward glance, rightward glance, and jaw clench. Furthermore, the system integrates HSV color space image processing with an orthogonal two-camera configuration to detect 3D object coordinates, alongside Inverse Kinematics calculations for robot joint movement navigation. Based on the testing results from 5 subjects, the LDA classification model achieved an overall accuracy of 96.22% with 0,000024 computation time . The image processing subsystem demonstrated high spatial precision with an average error of under 2 mm, while the Inverse Kinematics mechanical actuation recorded an average success rate ranging from 98.46% to 99.96%. In the real-time system integration testing, the success rate reached 100% for object grasping and releasing instructions, and 80-90% for rotation instructions. This robotic system innovation is proven to operate with high precision, responsiveness, and is highly feasible for further development as an assistive technology to improve the independence of patients with motor disabilities.</i> <i>Keywords: Brain-Computer Interface (BCI), EEG, Linear Discriminant Analysis (LDA), Manipulator Robot , Inverse Kinematics, Image Processing.</i>		