

**PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI ROBOT MANIPULATOR 4-DoF
BERBASIS ARTEFAK EEG DAN IMAGE PROCESSING UNTUK
PENGAMBILAN OBJEK MENGGUNAKAN METODE CNN**

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

Mustofa Akhlis Saputra

NIM. 2210952054

Pembimbing

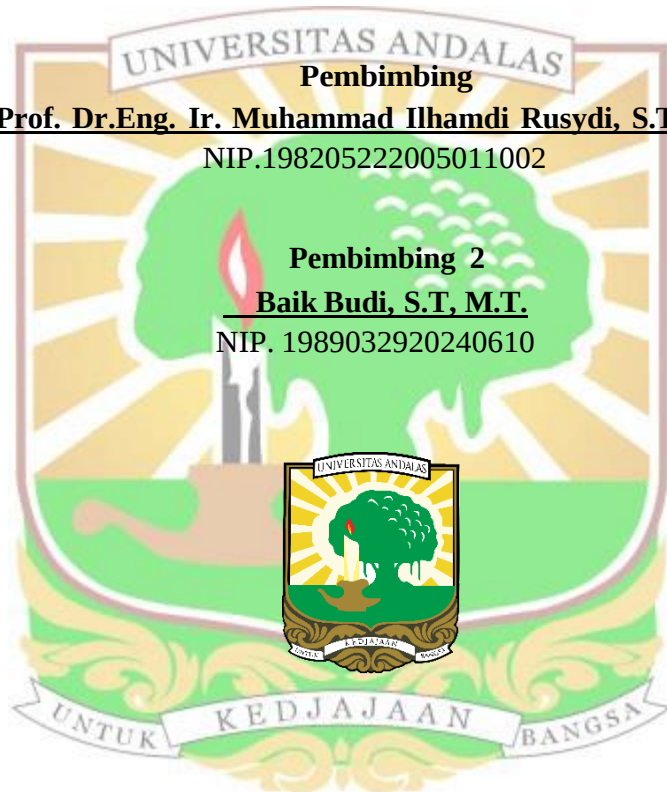
Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T.,M.T.

NIP.198205222005011002

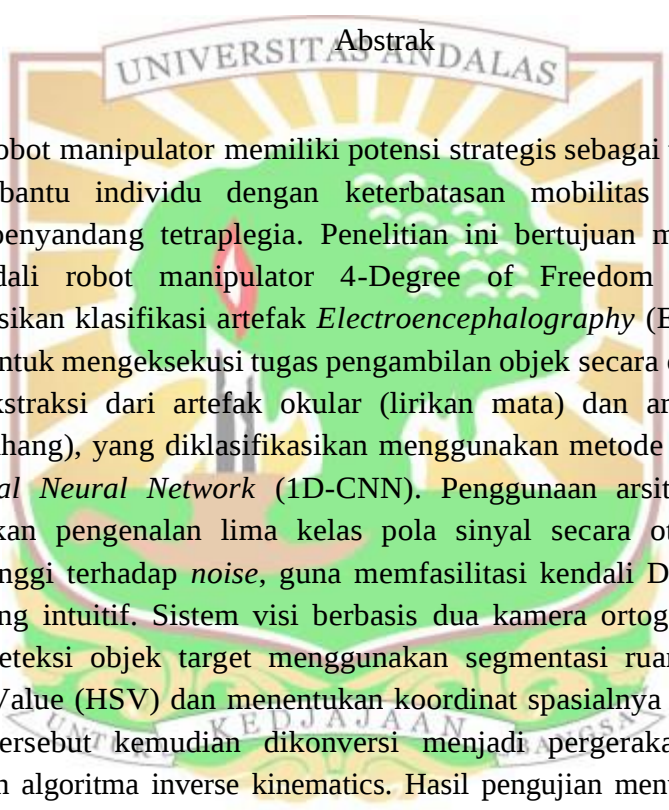
Pembimbing 2

Baik Budi, S.T, M.T.

NIP. 1989032920240610



**PROGRAM STUDI
SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
2026**

Judul	PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI ROBOT MANIPULATOR 4-DoF BERBASIS ARTEFAK EEG DAN IMAGE PROCESSING UNTUK PENGAMBILAN OBJEK MENGUNAKAN METODE CNN	Mustofa Akhlis Saputra
Program Studi	Teknik Elektro	2210952054
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
 Abstrak Sistem robot manipulator memiliki potensi strategis sebagai teknologi asistif untuk membantu individu dengan keterbatasan mobilitas motorik berat, khususnya penyandang tetraplegia. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem kendali robot manipulator 4-Degree of Freedom (4-DoF) yang mengintegrasikan klasifikasi artefak <i>Electroencephalography</i> (EEG) dan image processing untuk mengeksekusi tugas pengambilan objek secara otomatis. Sinyal kendali diekstraksi dari artefak okular (lirikan mata) dan artefak muskular (kontraksi rahang), yang diklasifikasikan menggunakan metode 1-Dimensional <i>Convolutional Neural Network</i> (1D-CNN). Penggunaan arsitektur 1D-CNN memungkinkan pengenalan lima kelas pola sinyal secara otomatis dengan ketahanan tinggi terhadap <i>noise</i>, guna memfasilitasi kendali Direct Command Mapping yang intuitif. Sistem visi berbasis dua kamera ortogonal diterapkan untuk mendeteksi objek target menggunakan segmentasi ruang warna Hue, Saturation, Value (HSV) dan menentukan koordinat spasialnya secara dinamis. Koordinat tersebut kemudian dikonversi menjadi pergerakan sendi robot menggunakan algoritma inverse kinematics. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model 1D-CNN mampu mencapai akurasi klasifikasi sebesar 98,67% dengan waktu inferensi 10,41 milidetik per epoch. Algoritma <i>Inverse Kinematics</i> dan pengolahan citra mencatatkan presisi tinggi dengan rata-rata total Euclidean error hanya sebesar 4,34 mm. Pengujian sistem secara terintegrasi (end-to-end) mencetak tingkat keberhasilan pengambilan objek sebesar 86,67% dengan waktu respons total 10,44 detik. Integrasi BCI berbasis CNN dan sistem visi komputer ini terbukti mampu menciptakan solusi kendali robot yang responsif, presisi, dan efektif untuk memulihkan kemandirian fungsional penyandang disabilitas. Kata Kunci: robot manipulator, artefak EEG, <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN), <i>image processing</i>, <i>inverse kinematics</i>.		

Title	DEVELOPMENT OF A 4-DoF ROBOTIC MANIPULATOR CONTROL SYSTEM BASED ON EEG ARTIFACTS AND IMAGE PROCESSING FOR OBJECT ACQUISITION USING THE CNN METHOD	Mustofa Akhlis Saputra
Mayor	Electrical Engineering Department	2210952054
Engineering Faculty Andalas University		
Abstract  Robotic manipulator systems hold strategic potential as assistive technology to support individuals with severe motor mobility impairments, particularly those with tetraplegia. This research aims to develop a 4-Degree of Freedom (4-DoF) robotic manipulator control system that integrates Electroencephalography (EEG) artifact classification and image processing to perform automated object retrieval tasks. Control signals are extracted from Ocular artifacts (eye glances) and muscular artifacts (jaw clenching), which are classified using a 1-Dimensional Convolutional Neural Network (1D-CNN) method. The application of the 1D-CNN architecture enables the automatic recognition of five signal pattern classes with high robustness against noise, facilitating intuitive Direct Command Mapping control. A vision system based on two orthogonal cameras is implemented to detect target objects using Hue, Saturation, Value (HSV) color space segmentation and to determine their spatial coordinates dynamically. The target position is then converted into robot joint movements using an Inverse Kinematics algorithm. Experimental results show that the 1D-CNN model achieved a classification accuracy of 98.67% with an inference time of 10.41 milliseconds per epoch. The Inverse Kinematics algorithm and image processing recorded high precision with an average total Euclidean error of only 4.34 mm. The end-to-end integrated system testing demonstrated an object retrieval success rate of 86.67% with a total response time of 10.44 seconds. The integration of CNN-based BCI and computer vision effectively creates a responsive, precise, and effective robotic control solution to restore functional independence for people with disabilities. Keywords: robotic manipulator, EEG artifacts, Convolutional Neural Network (CNN), image processing, inverse kinematics.		