

ABSTRAK

Perkembangan teknologi otomasi telah mendorong inovasi dalam sistem pengendalian robot, salah satunya melalui pemanfaatan *gesture* tangan sebagai media *input* kendali tanpa kontak fisik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *gesture-controlled robot* yang mampu merespons pergerakan tangan pengguna secara *real-time* dengan tingkat akurasi tinggi dan gerakan yang halus. Sistem dirancang menggunakan sensor *gyroscope* MPU6050 sebagai pendeteksi sudut kemiringan tangan, serta menerapkan metode *fuzzy logic control* Mamdani untuk menentukan nilai PWM (*Pulse Width Modulation*) yang mengatur kecepatan motor DC. Pemilihan metode Mamdani didasarkan pada kemampuannya dalam mengolah data yang tidak pasti dan bersifat linguistik, seperti perubahan sudut kemiringan tangan yang tidak selalu konsisten. Berbeda dengan metode logika konvensional yang bersifat kaku dan kurang adaptif terhadap dinamika lingkungan, metode *fuzzy* Mamdani menggunakan pendekatan berbasis aturan (*if-then*) yang menyerupai cara manusia mengambil keputusan. Hal ini memungkinkan sistem kendali bekerja secara lebih fleksibel, halus, dan sesuai dengan gerakan alami tangan pengguna. Proses pengendalian dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, motor *driver shield* L298N, dan dua motor DC, dengan komunikasi data antara *transmitter* dan *receiver* menggunakan modul NRF24L01. Pengujian sistem dilakukan melalui studi kasus menggunakan *input* Akselero_Y sebesar 2500 dan Akselero_X sebesar -650. Pengujian mencakup simulasi menggunakan *software fuzzy*, implementasi pada Arduino UNO IDE, dan perhitungan manual sebagai pembandingan. Hasil simulasi menghasilkan PWM kanan sebesar 24,70 dan kiri 85,40; hasil Arduino IDE sebesar 24,40 dan 87,00; serta perhitungan manual sebesar 23,33 dan 87,57. Berdasarkan hasil tersebut, sistem *fuzzy logic* menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 98,79% untuk motor kanan dan 98,13% untuk motor kiri. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *fuzzy logic control Mamdani* mampu menghasilkan kendali robot yang stabil, akurat, dan responsif terhadap berbagai variasi gerakan tangan secara *real-time*.

Kata kunci: *Gesture Control*, *Fuzzy Logic Control* Mamdani, Sensor *Gyroscope* MPU6050, Modul Komunikasi NRF24L01.

ABSTRACT

The advancement of automation technology has driven innovation in robotic control systems, one of which is the utilization of hand gestures as a contactless input method. This study aims to design and implement a gesture-controlled robot system capable of responding to user hand movements in real time with high accuracy and smooth motion. The system is designed using the MPU6050 gyroscope sensor to detect the tilt angle of the hand and applies the Mamdani fuzzy logic control method to determine PWM (Pulse Width Modulation) values that regulate the speed of DC motors. The Mamdani method was selected for its ability to process uncertain and linguistic data, such as inconsistent changes in hand tilt angles. Unlike conventional logic methods, which are rigid and less adaptive to environmental dynamics, Mamdani fuzzy logic uses a rule-based (if-then) approach that mimics human decision-making. This allows the control system to operate more flexibly, smoothly, and in accordance with the natural movement of the user's hand. The control process is implemented using an Arduino UNO microcontroller, an L298N motor driver shield, and two DC motors, with data communication between the transmitter and receiver carried out via the NRF24L01 wireless module. System testing was conducted through a case study using input values of Akselero_Y at 2500 and Akselero_X at -650. The evaluation involved simulation using fuzzy logic software, implementation on the Arduino UNO IDE, and manual calculation for comparison. The simulation produced PWM outputs of 24.70 (right motor) and 85.40 (left motor); the Arduino IDE produced 24.40 and 87.00; and the manual calculation yielded 23.33 and 87.57. Based on these results, the fuzzy logic system demonstrated a success rate of 98.79% for the right motor and 98.13% for the left motor. These findings indicate that the Mamdani fuzzy logic control method is capable of delivering stable, accurate, and responsive robot control in response to various hand gesture variations in real time.

Keywords: Gesture Control, Mamdani Fuzzy Logic Control, MPU6050 Gyroscope Sensor, NRF24L01 Communication Module.

