

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol untuk robot pelontar bola tenis meja yang terintegrasi dengan *Artificial Intelligence* (AI) untuk meningkatkan efektivitas latihan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM sebagai unit pemrosesan utama dan sensor visual, motor servo sebagai pengatur arah lontaran, dan motor DC untuk mekanisme pelontaran bola. Implementasi AI dilakukan melalui platform *Edge Impulse* dengan algoritma *Faster Objects More Objects* (FOMO) yang memungkinkan deteksi objek pemain secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model AI berhasil mendeteksi objek dengan akurasi tertinggi mencapai 97,50% pada 40 data uji, dengan nilai *recall* 100%, rata-rata *precision* 94%, dan rata-rata *F1-score* 97%. Kamera ESP32-CAM efektif mendeteksi objek pada jarak optimal 1 hingga 3 meter dengan kebutuhan pencahayaan minimal 33 LUX. Motor servo mampu mengarahkan lontaran secara akurat pada rentang sudut 100°–110° (kiri) dan 70°–80° (kanan), sementara motor DC berhasil melontarkan bola dengan kecepatan yang diatur oleh sinyal PWM antara 200 hingga 255. Pengujian *delay* sistem menunjukkan waktu respons rata-rata di bawah 2 detik, sesuai dengan target performa yang ditetapkan.

Kata kunci: *Artificial intelligence* (AI), *edge impulse*, ESP32-CAM, FOMO, robot pelontar bola.



ABSTRACT

This research aims to design and build a control system for a table tennis ball launching robot integrated with Artificial Intelligence (AI) to improve training effectiveness. This system utilizes an ESP32-CAM microcontroller as the main processing unit and visual sensor, a servo motor to regulate the launch direction, and a DC motor for the ball launching mechanism. The AI is implemented through the Edge Impulse platform using the Faster Objects More Objects (FOMO) algorithm, which enables real-time player object detection. The test results indicate that the AI model successfully detects objects with a peak accuracy of 97.50% on 40 test data samples, a recall value of 100%, an average precision of 94%, and an average F1-score of 97%. The ESP32-CAM is effective at detecting objects at an optimal distance of 1 to 3 meters, requiring a minimum illumination of 33 LUX. The servo motor can accurately direct the launcher within the angular ranges of 100°–110° (left) and 70°–80° (right), while the DC motor successfully launches the ball with a speed regulated by a PWM signal between 200 and 255. System delay testing showed an average response time of under 2 seconds, meeting the established performance targets.

Keywords: Artificial intelligence (AI), edge impulse, ESP32-CAM, FOMO, ball launching robot.

