

## INTISARI

# PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI DAN ESTIMASI JARAK ABSOLUT OBJEK BERBASIS KAMERA MONOKULAR PADA SINGLE BOARD COMPUTER

Oleh

Muhammad Daaffi Ul Haq

22/492765/PA/21140

Estimasi jarak absolut objek menggunakan kamera monokular merupakan permasalahan yang menantang karena tidak tersedianya informasi jarak secara eksplisit pada gambar. Pendekatan sebelumnya seperti Dist-YOLO telah mengintegrasikan estimasi jarak ke dalam arsitektur deteksi objek yang memungkinkan inferensi *end-to-end* tanpa penambahan modul eksternal, tetapi masih menunjukkan keterbatasan pada stabilitas prediksi jarak. Analisis korelasi Spearman terhadap dimensi *bounding box* dengan jarak objek menghasilkan skor korelasi hingga -0,95, yang menunjukkan hubungan yang kuat sehingga valid digunakan sebagai petunjuk implisit estimasi jarak. Berdasarkan fakta tersebut, penelitian ini mengusulkan modifikasi arsitektur YOLO11 melalui penambahan cabang *prediction head* untuk estimasi jarak dengan memanfaatkan fitur-fitur dari *neck* dan dimensi *bounding box*, serta penerapan *Weighted Mean Squared Error* (WMSE) sebagai *loss function*. Model dilatih dan dievaluasi menggunakan dataset KITTI melalui pendekatan *curriculum learning*, menghasilkan performa deteksi objek dengan nilai *precision* sebesar 91,9%, *recall* sebesar 86,5%, dan  $mAP_{50-95}$  sebesar 0,714, serta performa estimasi jarak dengan nilai MAE sebesar 0,981 meter dan MRE sebesar 4,48%. Implementasi pada Raspberry Pi 5 menggunakan *framework* NCNN mampu mencapai kecepatan inferensi hingga 10,7 FPS pada CPU. Hasil ini menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan sistem estimasi jarak yang akurat dan efisien, serta mencapai performa estimasi jarak yang kompetitif pada dataset KITTI dengan konfigurasi eksperimen yang digunakan, dengan penurunan MAE hingga 28,9% dibandingkan DECADE dan 60,8% dibandingkan Dist-YOLO.

**Kata Kunci:** estimasi jarak, visi monokular, YOLO, *single board computer*, kendaraan otonom

*ABSTRACT*

**DEVELOPMENT OF AN OBJECT DETECTION AND ABSOLUTE  
DISTANCE ESTIMATION SYSTEM USING MONOCULAR CAMERA  
ON SINGLE BOARD COMPUTER**

By

Muhammad Daaffi Ul Haq

22/492765/PA/21140

Absolute distance estimation of objects using a monocular camera is a challenging problem because distance information is not explicitly available in the images. Previous approaches such as Dist-YOLO have integrated distance estimation into object detection architecture, enabling end-to-end inference without adding external modules, but it still show limitations in distance prediction stability. Spearman's correlation analysis of the bounding box dimensions with object distances yielded a correlation score of up to -0.95, indicating a strong relationship that is valid for use as an implicit indicator of distance estimation. Based on this fact, this study proposes a modification of the YOLO11 architecture by adding a prediction head branch for distance estimation by utilizing features from the neck and bounding box dimensions, as well as the application of Weighted Mean Squared Error (WMSE) as the loss function. The model was trained and evaluated using the KITTI dataset through curriculum learning approach, resulting in object detection performance with a precision of 91.9%, recall of 86.5%, and mAP<sub>50-95</sub> of 0.714, as well as distance estimation performance with an MAE of 0.981 meters and MRE of 4.48%. Implementation on Raspberry Pi 5 using the NCNN framework was able to achieve an inference speed of up to 10.7 FPS on the CPU. These results show that this study has successfully developed an accurate and efficient distance estimation system and achieved competitive performance on the KITTI dataset with the experimental configurations used, with an MAE reduction of up to 28.9% compared to DECADE and 60.8% compared to Dist-YOLO.

**Keywords:** distance estimation, monocular vision, YOLO, single board computer, autonomous vehicle