

Estimasi Jumlah Buah Kelapa Sawit untuk Mendukung Manajemen Produksi Berbasis YOLOv5 TensorFlow Lite

Muhammad Bintang[#], Rasyidah[#], Novi[#]

[#] Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Jl. Kampus Limau Manis, Kota Padang, 25164, Indonesia
E-mail: rasyidah[at]pnp.ac.id

ABSTRACTS

This research aims to develop a mobile application capable of detecting and counting oil palm fruit bunches automatically using the YOLOv5 object detection method. The dataset used in this study consists of 226 images of oil palm fruit bunches collected directly from PT Eagle High Plantation located in East Kalimantan. The dataset was annotated using bounding box techniques and processed using Roboflow to perform data augmentation, increasing the dataset size to 856 images. The model training process was conducted using YOLOv5 to detect oil palm fruit bunches in images and produced a precision value of 0.859, recall of 0.673, mAP@0.5 of 0.767, and mAP@0.5:0.95 of 0.542. The trained model was then converted into TensorFlow Lite format and integrated into a mobile application developed using the Flutter framework. The system allows workers to capture images of oil palm fruit bunches and automatically calculate the number of detected objects directly on mobile devices without relying on server-based processing. Firebase services are also integrated for authentication, data storage, and verification by supervisors. The implementation of this system is expected to improve efficiency and transparency in recording oil palm harvest data

Manuscript received Feb 7, 2026;
revised Feb 24, 2026. accepted Feb
26, 2026 Date of publication Mar
31, 2026. International Journal,
JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi
Sistem Informasi licensed under a
Creative Commons Attribution-
Share Alike 4.0 International
License



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi mobile yang mampu mendeteksi dan menghitung jumlah tandan buah kelapa sawit secara otomatis menggunakan metode deteksi objek YOLOv5. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 226 citra tandan kelapa sawit yang diperoleh langsung dari perkebunan PT Eagle High Plantation di Kalimantan Timur. Dataset tersebut melalui proses anotasi menggunakan teknik bounding box serta proses augmentasi data menggunakan platform Roboflow sehingga jumlah dataset meningkat menjadi 856 citra. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi objek tandan kelapa sawit pada gambar dan menghasilkan nilai precision sebesar 0.859, recall sebesar 0.673, mAP@0.5 sebesar 0.767, serta mAP@0.5:0.95 sebesar 0.542. Model yang telah dilatih kemudian dikonversi ke dalam format TensorFlow Lite dan diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile berbasis Flutter. Aplikasi ini memungkinkan pekerja mengambil gambar tandan kelapa sawit dan melakukan proses deteksi secara otomatis langsung pada perangkat mobile tanpa bergantung pada server eksternal. Sistem juga memanfaatkan layanan Firebase untuk autentikasi pengguna, penyimpanan data, serta proses verifikasi oleh mandor sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam proses pencatatan hasil panen kelapa sawit.

Keywords / Kata Kunci — *Object Detection; YOLOv5; Flutter; TensorFlow Lite; Kelapa Sawit*

CORRESPONDING AUTHOR

Rasyidah
Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Jl. Kampus Limau Manis, Kota Padang, 25164, Indonesia
Email: rasyidah[at]pnp.ac.id

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung perekonomian Indonesia, terutama melalui kontribusinya dalam ekspor, lapangan kerja, dan pertumbuhan ekonomi nasional. Minyak sawit serta produk olahannya, seperti refined palm oil dan oleochemical mix, mendominasi pasar global, menjadikannya komoditas ekspor utama bagi Indonesia [1]. Program pemerintah, seperti Wajib Biodiesel dan moratorium izin pembukaan lahan, telah membantu mendorong pertumbuhan sektor ini, sekaligus memitigasi dampak lingkungan. Selain itu, depresiasi rupiah dan fluktuasi harga internasional telah memberikan dampak positif pada nilai ekspor minyak sawit, semakin memperkuat kontribusinya terhadap perekonomian nasional [2], [3].

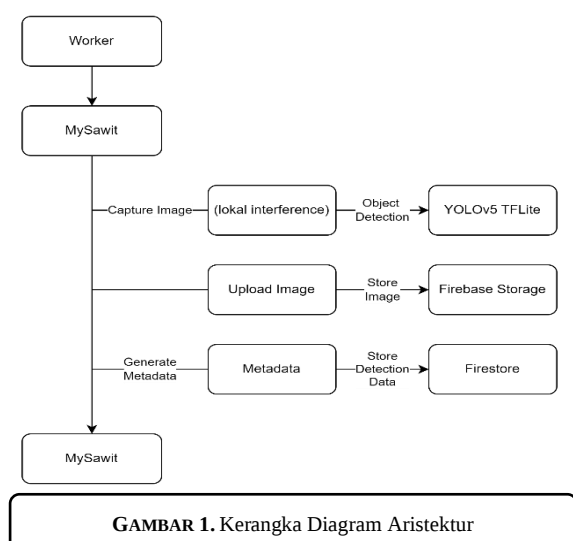
Namun, meskipun industri ini menjadi pilar ekonomi yang vital, tantangan struktural dan dampak lingkungan masih menjadi perhatian utama. Struktur pasar yang cenderung oligopoli dan oligopsoni menciptakan potensi praktik monopoli dan inefisiensi ekonomi, yang memengaruhi stabilitas harga [4]. Di sisi lain, kritik terhadap deforestasi dan hilangnya keanekaragaman hayati akibat pengembangan perkebunan kelapa sawit terus mengemuka. Untuk menjaga keberlanjutan industri ini, pemerintah berupaya mengoptimalkan teknologi budidaya dan pengolahan, termasuk mendukung program biofuel demi ketahanan energi dan diversifikasi ekonomi [5]. Menyeimbangkan manfaat ekonomi dengan pelestarian lingkungan tetap menjadi tantangan utama dalam mempertahankan keunggulan kompetitif di pasar global [1].

Non-transparansi pekerja lahan pertanian terhadap mandor di Indonesia merupakan masalah kompleks yang melibatkan aspek hukum, sosial, dan administrasi, yang berkontribusi pada kerentanan pekerja dan konflik agraria. Ketidajelasan dalam distribusi lahan memicu ketidakadilan akses tanah [6], sementara kurangnya perlindungan hukum khusus semakin memperburuk posisi pekerja pertanian [7]. Selain itu, tantangan administratif seperti pembatalan hak atas tanah akibat ketidakpatuhan prosedural menegaskan perlunya sistem hukum agraria yang lebih transparan dan akuntabel [8]. Oleh karena itu, diperlukan reformasi hukum dan administrasi yang signifikan untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, serta kondisi kerja yang adil dan layak bagi para pekerja pertanian.

Perkembangan teknologi computer vision memungkinkan proses identifikasi objek dilakukan secara otomatis melalui citra digital. Teknologi ini banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pengawasan, pertanian, transportasi, serta sistem industri untuk meningkatkan efisiensi proses analisis visual secara otomatis [10]. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam deteksi objek adalah YOLOv5 yang dikenal memiliki keunggulan dalam kecepatan serta akurasi deteksi secara real-time dibandingkan beberapa metode deteksi objek lainnya [11]. Metode ini telah diterapkan dalam berbagai penelitian untuk mendeteksi objek pada gambar maupun video dengan tingkat performa yang tinggi [12], [13].

Selain itu, perkembangan teknologi perangkat mobile memungkinkan model machine learning dijalankan langsung pada perangkat smartphone menggunakan TensorFlow Lite. Pendekatan ini memungkinkan proses inferensi dilakukan secara lokal pada perangkat tanpa memerlukan koneksi internet secara terus-menerus, sehingga lebih efisien untuk aplikasi yang digunakan di lapangan [14].

2. METODOLOGI PENELITIAN

[illegible]

GAMBAR 2. Tampilan data dalam bentuk .CSV

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan tujuan mengembangkan sistem pendeteksi jumlah tandan kelapa sawit berbasis mobile.

1. Pengumpulan Dataset

Dataset yang digunakan berupa citra tandan kelapa sawit yang diperoleh dari area perkebunan PT Eagle High Plantation di Kalimantan Timur. Proses pengambilan gambar dilakukan pada bulan November 2024 menggunakan perangkat kamera milik pekerja lapangan dengan format gambar .HEIC. Jumlah dataset awal yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 226 gambar

2. Anotasi dan Augmentasi Data

Dataset yang telah dikumpulkan kemudian melalui proses anotasi menggunakan metode *bouding box* untuk menandai posisi objek tandan kelapa sawit pada setiap gambar. Proses anotasi dilakukan menggunakan platform Roboflow. Untuk meningkatkan variasi data pelatihan, dilakukan proses data *augmentation* yang meliputi rotasi gambar, perubahan *brightness*, perubahan saturasi, penambahan *noise*, *blur*, serta Teknik *mosaic augmentation*. Setelah proses *augmentasi*, jumlah dataset meningkat menjadi 856 gambar.

Dataset kemudian dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

Training dataset : 73%

Validation dataset : 15%

Testing dataset : 12%

3. Pelatihan Model YOLOv5

Model deteksi objek dilatih menggunakan algoritma YOLOv5 dengan memanfaatkan dataset yang telah melalui proses anotasi dan augmentasi. Proses pelatihan menghasilkan beberapa metrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, serta *mean Average Precision (mAP)*

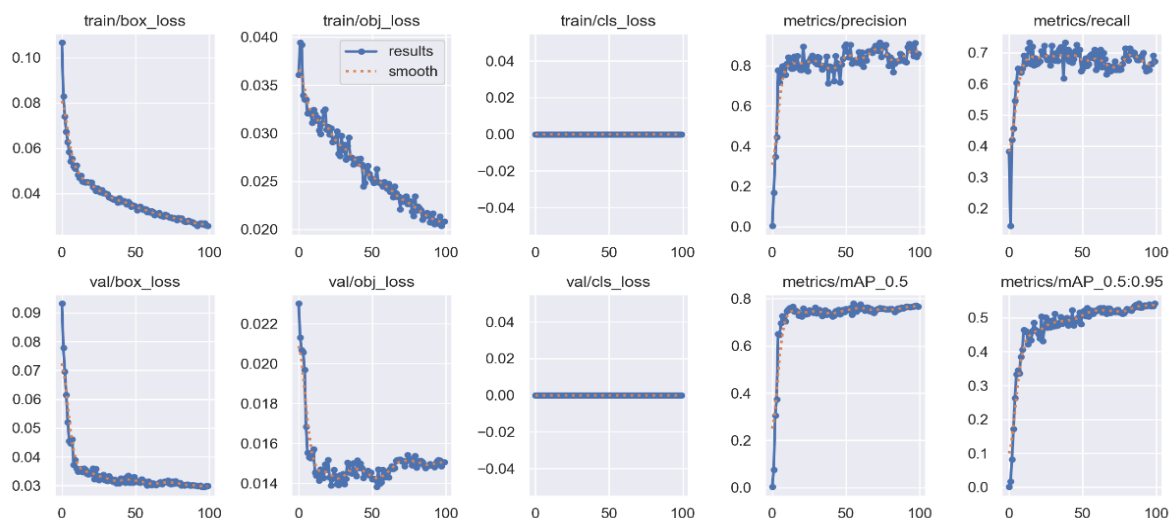
4. Implementasi Sistem

Model yang telah dilatih kemudian dikonversi ke format TensorFlow Lite agar dapat dijalankan pada perangkat mobile. Aplikasi mobile dikembangkan menggunakan framewrok Flutter dan diintegrasikan dengan Firbase sebagai backend untuk penyimpanan data dan autentikasi pengguna.



GAMBAR 3. Proses Bounding Box dan Augmentation

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 4. Grafik Training YOLOv5

Penelitian ini melalui beberapa tahapan utama yaitu pengumpulan dataset, proses anotasi dan augmentasi data, pelatihan model deteksi objek, serta implementasi model pada aplikasi mobile. Pada tahap awal, dataset yang digunakan berjumlah 226 citra tandan kelapa sawit yang diperoleh langsung dari area perkebunan PT Eagle High Plantation di Kalimantan Timur. Dataset ini kemudian melalui proses anotasi menggunakan metode bounding box untuk menandai lokasi objek tandan buah kelapa sawit pada setiap gambar.

Pada tahap berikutnya dilakukan proses data augmentation menggunakan platform Roboflow untuk meningkatkan variasi data pelatihan. Proses augmentasi meliputi rotasi gambar, perubahan brightness, perubahan saturasi warna, penambahan noise, serta teknik mosaic augmentation. Melalui proses ini jumlah dataset meningkat dari 226 citra menjadi 856 citra, sehingga model memiliki variasi data yang lebih beragam untuk proses pelatihan.

Dataset yang telah diproses kemudian dibagi menjadi training dataset sebesar 73%, validation dataset sebesar 15%, dan testing dataset sebesar 12%. Dataset training digunakan untuk melatih model YOLOv5, sedangkan validation dataset digunakan untuk memonitor proses pelatihan model dan mencegah terjadinya overfitting.

Hasil pelatihan model YOLOv5 menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi objek tandan kelapa sawit dengan performa yang cukup baik. Berdasarkan hasil evaluasi model diperoleh nilai precision sebesar 0.859, recall sebesar 0.673, mAP@0.5 sebesar 0.767, serta mAP@0.5:0.95 sebesar 0.542.

Grafik hasil pelatihan menunjukkan bahwa nilai train box loss dan train object loss mengalami penurunan secara bertahap selama proses training berlangsung. Penurunan nilai loss ini menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola objek tandan kelapa sawit dengan baik dari dataset yang digunakan. Selain itu, nilai validation loss juga menunjukkan tren yang stabil sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak mengalami overfitting secara signifikan.

Pada grafik hasil pelatihan terlihat bahwa nilai train cls_loss dan validation cls_loss bernilai mendekati nol selama proses training. Hal ini terjadi karena model yang digunakan dalam penelitian ini hanya memiliki satu kelas objek, yaitu tandan buah kelapa sawit. Pada kasus deteksi objek dengan satu kelas, komponen classification loss tidak berperan signifikan karena model tidak perlu melakukan proses klasifikasi antar kelas objek.

Model yang telah dilatih kemudian dikonversi ke dalam format TensorFlow Lite dan diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile berbasis Flutter. Implementasi ini memungkinkan proses deteksi objek dilakukan secara langsung pada perangkat pengguna (on-device inference) sehingga sistem dapat berjalan secara real-time tanpa bergantung pada koneksi internet atau server eksternal



GAMBAR 5. Penerapan Deteksi Model

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi mobile berbasis Flutter yang mampu mendeteksi jumlah tandan kelapa sawit secara otomatis menggunakan metode YOLOv5 yang diimplementasikan melalui TensorFlow Lite. Hasil pelatihan model menunjukkan nilai precision sebesar 0.859, recall sebesar 0.673, serta mAP@0.5 sebesar 0.767 yang menunjukkan bahwa model memiliki performa deteksi yang cukup baik. Implementasi system memungkinkan proses deteksi dilakukan langsung pada perangkat mobile tanpa bergantung pada server eksternal. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi serta transparansi dalam proses pencatatan hasil panen di Perkebunan kelapa sawit

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada PT Eagle High Plantation yang telah memberikan dukungan berupa penyediaan dataset gambar tandan kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini. Saya juga menyampaikan

apresiasi kepada PT Unzyp Solusi Teknologi atas bimbingan dan dukungan selama pelaksanaan kegiatan magang yang turut membantu proses pengembangan sistem dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A'isyah, S. (2022). BURUH TANI DALAM HUKUM POSITIF INDONESIA:: Sebuah Kajian Perundangan untuk Upaya Gagasan Perlindungan. *MAQASHID Jurnal Hukum Islam*. <https://ejournal.alqolam.ac.id/index.php/maqashid/article/view/792> Bereiter-Hahn, J. (1990). Behavior of mitochondria in the living cell. *International review of cytology*, 122, 1-63.
- [2] Alhaji, A. M., Almeida, E. S., Carneiro, C. R., Silva, C. A. S. da, & ... (2024). Palm Oil (*Elaeis guineensis*): A Journey through Sustainability, Processing, and Utilization. *Foods*, Query date: 2024-12-31 22:04:02. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/17/2814>.
- [3] Alsawaylimi, A. A., Alanazi, R., Alanazi, S. M., & ... (2024). Improved and Efficient Object Detection Algorithm based on YOLOv5. ... , Technology & Applied <https://etasr.com/index.php/ETASR/article/view/7386>.
- [4] Ghofar, A., Rosjidi, M., Setiadi, S., Iswantini, D., & ... (2024a). Study on Palm Oil Cultivation and Processing Technology to Support The Biofuel Program (Optimization for The Development of Palm Oil-Based Energy Plantation in Series: Earth and <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012011>.
- [5] Ghofar, A., Rosjidi, M., Setiadi, S., Iswantini, D., & ... (2024b). Study on Palm Oil Cultivation and Processing Technology to Support The Biofuel Program (Optimization for The Development of Palm Oil-Based Energy Plantation in Series: Earth and <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012011>
- [6] Gustrinita, S., Agustin, S., Firmansyah, Y., & ... (2024). TFOOD (TensorFlow Object Detection) Application Design Smart Solution to Create Digital Communication Tools for People with Deaf and Speech Disabilities. ... Humanities and Social ..., Query date: 2024-12-31 21:47:42. <https://www.aksaqilajurnal.com/index.php/aihss/article/download/541/377>.
- [7] Harahap, F. L., Andrianto, R., & ... (2023). Pengembangan Aplikasi Kalkulator Multifungsi Menggunakan Flutter Framework. *Jurnal Penelitian* <http://jurnal.itbsemarang.ac.id/index.php/JPTIS/article/view/815>
- [8] Harianti, I., & Anggono, B. D. (2024). Legal Transformation: Realizing Nomocracy and Transparency in the Field of Land Distribution in Indonesia. *Jurnal Indonesia Sosial* <https://jist.publikasiindonesia.id/index.php/jist/article/view/1086>
- [9] Huda, M. I. M. (2024). Comparative Analysis of Leadership and Economic Impact of the Palm Oil Industry in Indonesia. *Business and Economic Research*. <https://macrojournal.org/index.php/ber/article/view/217>
- [10] Jamil, M., & Asrol, M. (2024). Palm Oil Sustainability: Current and Further Potential Research to Adopt Sustainable Development Goals 2030. *IOP Conference Series: Earth and* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1324/1/012077>
- [11] N. Ruseno, F. Ernawan, M. A. Salamat, M. S. Arshad, and H. Amnur, "An Enhanced YOLOv8 Model Integrated with CNN for Real-Time Vehicle License Plate Recognition," *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*, vol. 10, no. 1, doi: <http://dx.doi.org/10.62527/joiv.10.1.5145>.
- [12] Liu, C., Wang, G., Xu, L., Qu, L., Zhang, H., Tian, L., Li, C., & ... (2024). Design of an Object Recognition Network Based on YOLOv5s for Lightweight Deep Information Extraction and Fusion of Deep and Shallow Layer Information. *researchsquare.com*. <https://www.researchsquare.com/article/rs-4501888/latest>
- [13] Muflikhah, L., Mahmudy, W. F., & Kurnianingtyas, D. (2023). *Machine Learning*. books.google.com. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=tu_uEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR4&dq=%22laili+muflikhah%22+machine+learning&ots=_RrBRTwGLt&sig=2hkZQVPhcSJly6sC5cX2wPxxRXU
- [14] Nuwara, Y., Wong, W. K., & Juwono, F. H. (2022). Modern Computer Vision for Oil Palm Tree Health Surveillance using YOLOv5. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10010668/>
- [15] Nuwara, Y., Wong, W. K., & Juwono, F. H. (2022). Modern Computer Vision for Oil Palm Tree Health Surveillance using YOLOv5. . <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10010668/>