



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DETEKSI DAN ESTIMASI JUMLAH TANAMAN MENGUNAKAN YOLOV11 DAN BYTETRACK PADA VIDEO PENERBANGAN DRONE CRAZYFLIE

NABIEL MUAAFII RAHMAN



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Deteksi dan Estimasi Jumlah Tanaman Menggunakan YOLOv11 dan ByteTrack pada Video Penerbangan Drone Crazyflie” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Nabiel Muaafii Rahman
G6401221044



ABSTRAK

NABIEL MUAAFII RAHMAN. Deteksi dan Estimasi Jumlah Tanaman Menggunakan YOLOv11 dan ByteTrack pada Video Penerbangan Drone Crazyflie. Dibimbing oleh KARLISA PRIANANDA dan MEDRIA KUSUMA DEWI HARDIENATA.

Pemantauan dan estimasi jumlah tanaman merupakan aspek penting dalam indoor farming yang memerlukan proses pengawasan secara akurat dan efisien. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan model YOLOv11 untuk mendeteksi tanaman dari video yang diambil menggunakan *drone* Crazyflie 2.1 berbasis AI-deck serta algoritma ByteTrack untuk melakukan estimasi jumlah tanaman secara otomatis. Proses fine-tuning YOLOv11 menggunakan optimizer AdamW dengan $lr 0,0001$, $lrf 0,001$, momentum 0,9, batch size 1, dan 50 epoch. Selain itu, dilakukan *hyperparameter tuning* terhadap lima parameter ByteTrack untuk memperoleh konfigurasi terbaik. Data penelitian berupa video jarak 10cm, 30cm, 45cm, 70cm, dan 90cm, lalu diberi anotasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model YOLOv11 memperoleh nilai *recall* sebesar 0,913579, *precision* sebesar 0,928061 dan mAP50 sebesar 0,928266. Pengujian pada data uji juga menghasilkan *precision* 0,9324, *recall* 0,9375, akurasi 0,8785, dan F1-score 0,9349. Pada algoritma ByteTrack, dilakukan pengujian terhadap 56 kombinasi parameter dan diperoleh konfigurasi terbaik dengan nilai sebesar 0,25, rata-rata MOTA 0,78274, dan rata-rata IDF1 0,83932 dalam estimasi jumlah tanaman. Hasil penelitian menunjukkan integrasi YOLOv11 dan ByteTrack mampu membentuk sistem untuk mendeteksi, melacak, dan mengestimasi jumlah tanaman pada lingkungan indoor farming.

Kata Kunci: ByteTrack, deteksi objek, *drone Crazyflie*, estimasi jumlah tanaman, YOLOv11

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRACT

NABIEL MUAAFII RAHMAN. Plant Detection and Counting Using YOLOv11 and ByteTrack on Crazyflie Drone Video Flight. Supervised by Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng and Dr. Medria Kusuma Dewi Hardienata S.Komp., Ph.D.

Monitoring and estimating the number of plants are important aspects of indoor farming that require accurate and efficient monitoring processes. This study aims to implement the YOLOv11 model to detect plants from videos captured using a Crazyflie 2.1 drone equipped with an AI-deck, as well as the ByteTrack algorithm to automatically estimate the number of plants. The YOLOv11 fine-tuning process used the AdamW optimizer with an initial learning rate (lr0) of 0.0001, final learning rate factor (lrf) of 0.001, momentum of 0.9, batch size of 1, and 50 epochs. In addition, hyperparameter tuning was performed on five ByteTrack parameters to obtain the optimal configuration. The research data consisted of videos recorded at distances of 10 cm, 30 cm, 45 cm, 70 cm, and 90 cm, which were subsequently annotated. The evaluation results showed that the YOLOv11 model achieved a recall of 0.913579, precision of 0.928061, and mAP50 of 0.928266. Testing on the test data also resulted in a precision of 0.9324, recall of 0.9375, accuracy of 0.8785, and F1-score of 0.9349. For the ByteTrack algorithm, 56 parameter combinations were evaluated, resulting in the best configuration with a Mean Absolute Error (MAE) of 0.25, an average MOTA of 0.78274, and an average IDF1 of 0.83932 for plant count estimation. The results demonstrate that the integration of YOLOv11 and ByteTrack can form a system capable of detecting, tracking, and estimating the number of plants in an indoor farming environment.

Keywords: ByteTrack, Crazyflie drone, object detection, plant count estimation, YOLOv11

DETEKSI DAN ESTIMASI JUMLAH TANAMAN MENGUNAKAN YOLOV11 DAN BYTETRACK PADA VIDEO PENERBANGAN DRONE CRAZYFLIE

NABIEL MUAAFII RAHMAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Eng. Annisa, S.Kom, M.Kom



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Deteksi dan Estimasi Jumlah Tanaman Menggunakan YOLOv11 dan ByteTrack pada Video Peberbangan Drone Crazyflie

Nama : Nabel Muaafii Rahman
NIM : G6401221044

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng
NIP. 198511212012122002

Pembimbing 2:

Dr. Medria Kusuma Dewi Hardienata
S.Komp., Ph.D.
NIP. 198608222020122001

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198108092008121002

Tanggal Ujian:

Selasa, 4 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2026 sampai bulan Juni 2026 dengan judul *"Deteksi dan Estimasi Jumlah Tanaman Menggunakan YOLOv11 dan ByteTrack pada Video Penerbangan Drone Crazyflie"*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah ikut serta dalam memberikan bantuan terhadap penelitian ini, khususnya kepada:

1. Ayah Faisal Rahman dan Mamah Isnariani, atas segala pengorbanan dan dukungan yang diberikan kepada penulis, lebih khusus Mamah yang sudah kerja seorang diri membiayai kuliah dan kebutuhan selama masa kuliah. Skripsi ini saya persembahkan untuk Ayah yang sedang melawan tumor dalam tubuhnya, terimakasih selama ini sudah membantu dari awal proses kuliah hingga akhir terus memberi motivasi dan support yang besar. Tak lupa Adik Noya Dzakwan Rahman dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
2. Ibu Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng. dan Ibu Dr. Medria KD Hardienata, S.Komp. Selaku dosen pembimbing dalam penelitian yang telah memberikan arahan, nasihat, waktu, dan bantuannya sehingga penelitian diselesaikan.
3. Staff Departemen Ilmu Komputer, Lab Robotika Ilmu Komputer IPB yang sudah mengizinkan saya melakukan pengambilan data.
4. Teman-teman Capstone 2025. Terdiri dari Ahmad, Dicky, Habib, Khansa, dan Salsabila, yang sudah membangun pondasi awal penelitian ini.
5. Teman-teman PPKU ST30 Arifki, Faza, Galang, Andika, Azka, Ardian, Adra, Rofi, Jo, Abdan, Andy, Munir, Viery yang telah menjadi bagian pertemanan kehidupan penulis yang senantiasa hadir dalam senang tawa maupun sedih selama setahun dalam masa PPKU.
6. Teman-teman Departemen Ilmu Komputer IPB Raihan, Harits, Fikri, Ammar ganteng, Zhafran, Fauzil, Hamdan, Fathur, Maul, Adit, Ghani yang telah menjadi bagian pertemanan kehidupan penulis. Proses yang begitu berkesan bagi penulis, berjuang Bersama melewati masa-masa senang, sulit, duka selama di departemen hingga seterusnya.
7. Teman-teman WS yang sudah berteman dari SD-SMP-SMA hingga kini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Nabiel Muaafii Rahman
G6401221044