

Implementasi *YOLOv5* untuk Deteksi Penggunaan Alat Pelindung Diri Pada Operator IPAL di Industri Farmasi

Oleh :

Yoga Dwi Anggoro Moekti

Dosen Pembimbing:

Rohman Dijaya, S.Kom., M.Kom.

Dosen Penguji 1:

Suhendro Busono, S.ST., M.Kom.

Dosen Penguji 1:

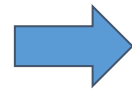
Arif Senja Fitriani, S.Kom., M.Kom.

Program Studi Informatika
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
2026

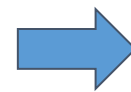


Pendahuluan

Keamanan dan kesehatan kerja (K3) menjadi aspek yang penting dalam melindungi pekerja dari bahan kimia berbahaya



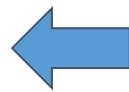
Penggunaan APD (masker, sarung tangan karet, helm, dan sepatu *safety*) yang tepat sangat diperlukan untuk mencegah kecelakaan kerja serta paparan bahan berbahaya (KemenKes RI, 2017).



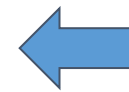
YOLOv5 merupakan salah satu model untuk mendeteksi objek yang telah menunjukkan kemampuannya dalam mengenali objek dengan cepat dan tepat.



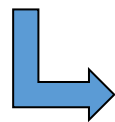
Berdasarkan latar belakang, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi untuk deteksi penggunaan APD pada operator IPAL di industri farmasi. Penelitian ini akan diimplementasikan menggunakan algoritma *YOLOv5* dengan bahasa pemrograman *Python*.



Pada penelitian Nofryanti A., dkk., (2023), mengembangkan sistem deteksi penggunaan helm keselamatan di area konstruksi menggunakan metode *YOLO*.



You Only Look Once (YOLO) merupakan algoritma yang dirancang untuk mendeteksi objek secara langsung atau *real-time*.



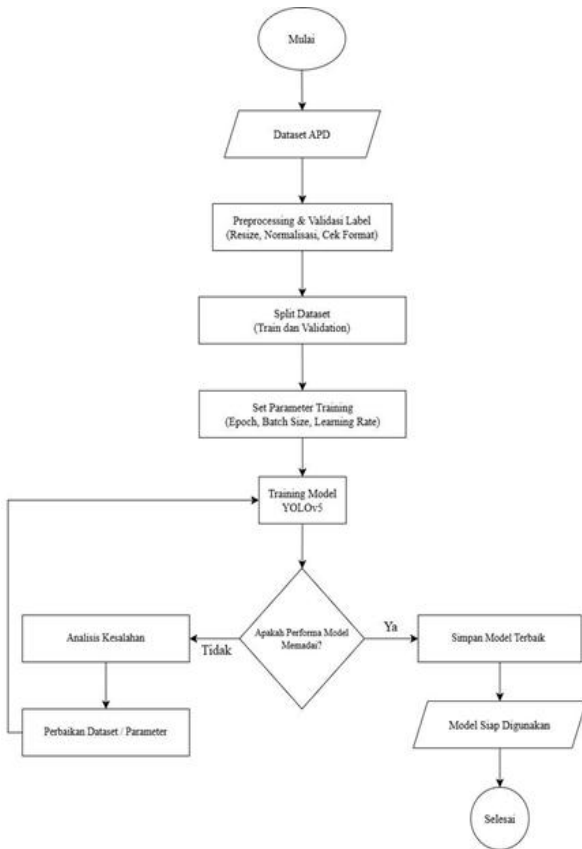
Dataset yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari CCTV di area IPAL secara *real-time*

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka yang menjadi rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang aplikasi deteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada operator IPAL di industri farmasi menggunakan *YOLOv5*?
2. Bagaimana mengembangkan aplikasi deteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada operator IPAL di industri farmasi menggunakan *YOLOv5*?

Metode



Gambar 1. Tahapan *Training* Sistem Deteksi APD



Gambar 2. Tahapan Evaluasi Sistem Deteksi APD

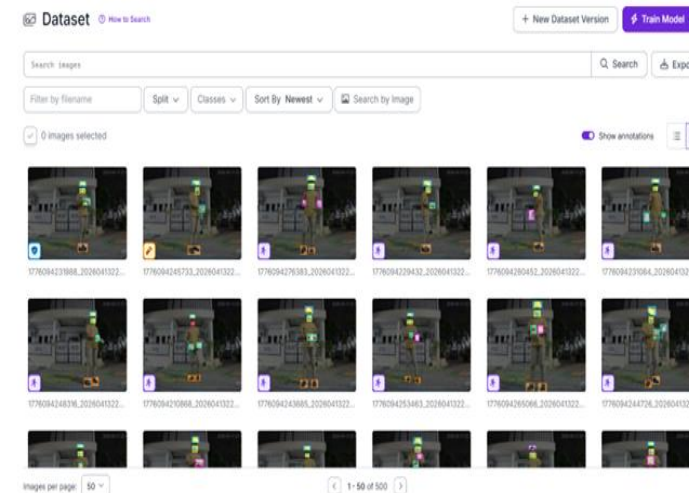
Metode

Data Acquisition dan Pelabelan

Dataset mencakup variasi penggunaan APD (masker, sarung tangan karet, helm, dan sepatu *safety*). Data primer diambil melalui rekaman real time dari CCTV IPAL (*frame rate* hingga 25 atau 30 fps). Proses pelabelan/anotasi *bounding box* pada setiap bagian tubuh di dalam gambar menggunakan platform Roboflow. Dataset ini dikategorikan ke dalam 8 kelas utama (“with_helmet”, “without_helmet”, “with_mask”, “without_mask”, “with_hand gloves”, “without_hand gloves”, “with_safety boot”, dan “without_safety boot”).



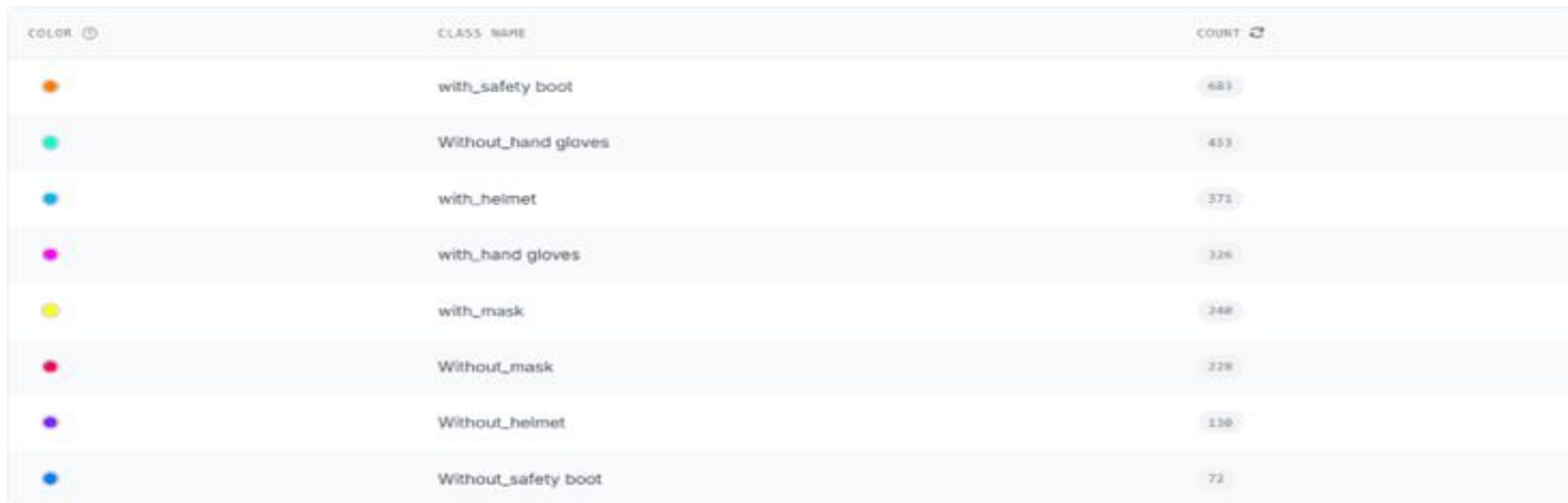
Gambar 3. Dataset Gambar



Gambar 4. Dataset Anotasi/Pelabelan

Metode

Dari total 500 gambar awal, hasil pelabelan bounding box di Roboflow mengidentifikasi sebanyak 2.503 objek bagian tubuh. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 rincian distribusi objek untuk masing-masing kelas. Tahap selanjutnya adalah pembagian dataset menjadi kelompok data latih (train), data validasi (val), dan testing (test) dengan rasio 70:20:10. Konfigurasi rasio ini diterapkan langsung melalui fitur dataset split pada Roboflow, di mana pemilihan rasio 70:20:10 dinilai sebagai pembagian terbaik dalam training data.



COLOR	CLASS NAME	COUNT
Orange	with_safety boot	483
Teal	Without_hand gloves	453
Blue	with_helmet	371
Pink	with_hand gloves	336
Yellow	with_mask	248
Red	Without_mask	228
Purple	Without_helmet	130
Light Blue	Without_safety boot	72

Gambar 5. Objek *Class*

Proses pelatihan dan evaluasi model dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework PyTorch. Hyperparameter diatur untuk mengoptimalkan konvergensi model sebagai berikut:

- a. Epoch : 120 atau 170
- b. Batch size : 8, 16, 32, 64
- c. Optimizer : SGD
- d. Input size : 416 atau 640

Training model YOLOv5 menggunakan data dari Github Ultralytic, yang selanjutnya selama proses training menghasilkan beberapa nilai salah satunya adalah nilai F1 yaitu matriks gabungan yang mempertimbangkan keseimbangan antara precision dan recall. Hasil tersebut diperoleh dari pernyataan matematis sebagai berikut.

Keterangan:

$$(1) \text{ Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$(2) \text{ Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$(3) F1 = 2 \times \frac{1}{\frac{1}{\text{precision}} + \frac{1}{\text{recall}}}$$

FP = False Positive (Ketika model salah mendeteksi)

FN = False Negative (Ketika model gagal mendeteksi APD yang sebenarnya ada)

TP = True Positive (Ketika terdeteksi dengan benar)

Hasil

1. Training Model

Case	Img	Batch	Epoch	F1	P	R	mAP	Timer
1	416	8	120	86.15	90.47	82.22	86.43	0:16:35
2	416	8	170	85.23	87.41	83.14	84.97	0:23:12
3	416	16	120	88.79	89.28	88.30	89.02	0:13:09
4	416	16	170	84.61	85.44	83.79	81.88	0:15:41
5	416	32	120	85.99	89.62	82.64	83.62	0:10:10
6	416	32	170	85.92	86.61	85.24	84.95	0:14:24
7	416	64	120	86.05	88.42	83.82	84.51	0:02:25
8	416	64	170	85.83	88.07	83.70	84.27	0:13:37
9	640	8	120	86.32	86.48	86.16	87.21	0:24:33
10	640	8	170	89.14	90.90	87.45	88.95	0:34:05
11	640	16	120	84.62	84.96	84.27	84.13	0:21:58
12	640	16	170	85.89	87.08	84.73	85.80	0:26:43
13	640	32	120	86.86	87.50	86.22	86.34	0:19:13
14	640	32	170	87.93	88.47	87.40	86.29	0:26:03
15	640	64	120	85.32	85.44	85.21	84.92	0:20:26
16	640	64	170	87.37	89.70	85.17	86.53	0:27:49

Menurut Tabel training rekapitulasi pengujian, variasi hyperparameter, termasuk resolusi gambar (ukuran gambar), ukuran batch (ukuran batch), dan jumlah iterasi (epoch), sangat mempengaruhi kinerja model YOLOv5 dalam mendeteksi Alat Pelindung Diri (APD). Empat metrik utama *F1-Score*, *Precision*, *Recall*, dan *mAP* digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Secara keseluruhan, model beroperasi dengan sangat baik, dengan rentang nilai *mAP* antara 83.62% dan 89.02%.

Pembahasan

Case 10 adalah hasil terbaik Anda. Mari kita buktikan nilai F1 sebesar 89.14 menggunakan nilai P dan R yang ada di tabel:

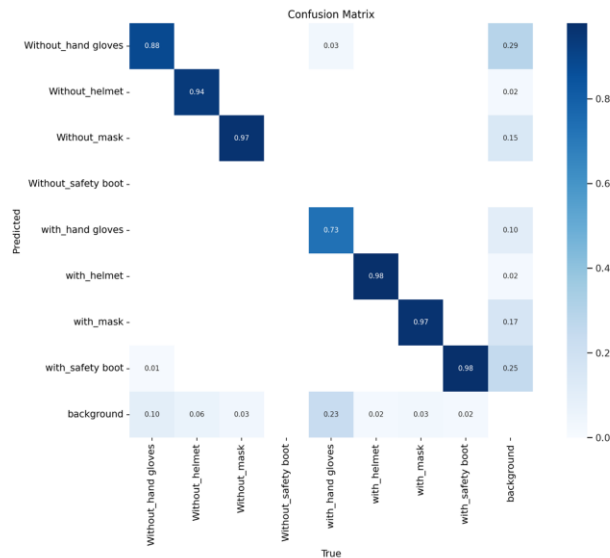
Data P = 90.90 dan R = 87.45

$$\text{Langkah } F1 = 2 \times \frac{90.90 \times 87.45}{90.90 + 87.45}$$

$$F1 = 2 \times \frac{7949.205}{178.35}$$

$$F1 = 2 \times 44.5708 = 89.14$$

Untuk mendapatkan Nilai TP, FP, dan FN, harus melihat hasil **Confusion Matrix**



Cara Mengambil Nilai dari Matriks

- **True Positive (TP):** Lihat garis **diagonal** dari kiri atas ke kanan bawah.
 - Contoh: Kelas *with_helmet* memiliki nilai **0.98**. Artinya, 98% helm berhasil dideteksi dengan benar.
- **False Negative (FN):** Lihat baris "**background**" di bagian paling bawah.
 - Ini adalah objek yang aslinya ada (*True*), tapi model menganggapnya sebagai latar belakang (tidak terdeteksi).
 - Contoh: Kelas *with_hand_gloves* memiliki nilai **0.23** pada baris background. Artinya, 23% sarung tangan gagal dideteksi oleh sistem.
- **False Positive (FP):** Lihat kolom "**background**" di sisi paling kanan.
 - Ini adalah kondisi di mana model mendeteksi sesuatu (misal: "Without_hand_gloves" sebesar **0.29**), padahal aslinya itu hanyalah latar belakang atau area kosong.

Referensi

- [1] Iskandar, M. I., Situmorang, M. T. N., dan Kholil, K. (2025). Analisis kepatuhan karyawan terhadap penggunaan APD di laboratorium kimia industri farmasi. *EKOMA*, 4(3), pp. 5975–5981.
- [2] Wiguna, I. W. A. A., Huizen, R. R., dan Pradipta, G. A. (2024). Optimization of Vehicle Detection at Intersections Using the YOLOv5 Model. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 10(4), pp. 885-896.
- [3] Susanti, L., Daulay, N. K., dan Intan, B. (2023). Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 10(2), pp. 640-647.
- [4] Rahmah, N. Z. A. A., Indarti, R., Putra, Z. M. A., Setiawan, E., dan Arfianto, A. Z. (2024). Implementasi Deteksi Kelengkapan APD pada Hazardous Area menggunakan Metode YoloV5. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 11(3).
- [5] Khairunnisa, A., dan DP, N. A. K. (2023). Deteksi Penggunaan Safety Helmet Menggunakan YOLOv5. *JIEET (Journal of Information Engineering and Educational Technology)*, 7(2), pp. 74-77.
- [6] Suroiyah, L., Rahmawati, Y., dan Dijaya, R. (2023). Facemask Detection Using YOLO V5. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 4(6), 1277-1286.

