







Dataset Annotation Planning

1. Skema Labeling

Sistem deteksi *Personal Protective Equipment* (PPE) dirancang untuk mendeteksi apakah orang – orang yang berada di area kerja sudah menggunakan alat pelindung sesuai dengan standar operasional perusahaan dan keselamatan kerja. Oleh karena itu, setiap jenis PPE yang diwajibkan perlu direpresentasikan sebagai label yang dapat dikenali oleh model *artificial intelligence* (AI). Sehingga, terpilih label yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Label terpilih

No	Label	Deskripsi	Contoh Gambar
1	hard_hat	Helm keselamatan untuk melindungi kepala dari benturan benda keras.	
2	safety_vest	Rompi reflektif berwarna cerah yang mempermudah visibilitas pekerja.	
3	gloves	Sarung tangan kerja untuk melindungi tangan dari luka/cedera.	
4	safety_glasses	Kacamata bening pelindung mata dari percikan dan debu.	
5	steel_toe_boots	Sepatu kerja tertutup dengan pelindung besi di ujung kaki.	
6	person	Individu manusia yang menjadi target pemeriksaan PPE.	

2. Pertimbangan Skema Labeling

Skema labeling yang diusulkan bertujuan untuk mendukung kebutuhan sistem pendeteksi pelanggaran PPE berbasis AI, di mana sistem harus mampu mendeteksi apakah seseorang telah mengenakan seluruh atribut pelindung diri yang diwajibkan: helm, rompi, sarung tangan, kacamata pelindung, dan sepatu keselamatan. Setiap label dipilih dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

- a. Visibility
Item PPE yang bisa dideteksi kamera CCTV secara visual (warna mencolok, posisi stabil).
 - b. Kritis untuk keselamatan kerja
Item-item ini wajib dikenakan di area kerja untuk mencegah kecelakaan.
 - c. Dapat dideteksi secara konsisten
Bentuk dan posisi PPE relatif stabil dan tidak ambigu.
 - d. Mudah dilabeli secara manual
Memungkinkan anotasi manusia dilakukan dengan akurat.
 - e. Dapat digunakan untuk validasi pelanggaran
Sistem bisa menentukan jika seseorang kekurangan 1 dari 5 PPE.
- Pada tabel 2 dijelaskan mengenai pertimbangan dan relevansi pemilihan label tersebut.

Tabel 2 Analisis tiap label

No.	Label	Pertimbangan	Relevansi
1	hard_hat	Sering menjadi penyebab utama pelanggaran. Mudah dideteksi karena bentuk dan warna khas.	Tinggi
2	safety_vest	Berwarna mencolok dan mencakup bagian torso, sangat mudah dideteksi.	Tinggi
3	gloves	Relatif kecil dan sulit dilihat, tapi penting untuk keselamatan. Tetap disertakan agar model bisa belajar.	Sedang
4	safety_glasses	Berukuran kecil tapi tampak pada sudut tertentu. Diperlukan aturan anotasi ketat.	Sedang
5	steel_toe_boots	Relatif stabil posisinya, cukup khas dibanding sepatu biasa.	Tinggi
6	person	Dibutuhkan agar sistem bisa mengecek PPE lengkap per individu. Membantu validasi pelanggaran.	Tinggi

Dengan mendeteksi setiap individu (*person*) dan mencocokkannya dengan atribut PPE yang dikenakan, sistem dapat secara otomatis mengevaluasi pelanggaran. Misalnya, jika seseorang terdeteksi tanpa *gloves*, maka dapat ditandai sebagai pelanggaran. Pendekatan ini dapat dikembangkan lebih lanjut menggunakan *rule* sederhana untuk menghasilkan pelaporan otomatis atau alarm *real-time*.

3. Panduan Anotasi

Panduan ini disusun agar proses anotasi dapat dilakukan secara konsisten, efisien, dan akurat, baik oleh manusia maupun alat bantu anotasi otomatis. Panduan ini juga memastikan dataset yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi, siap digunakan untuk pelatihan sistem deteksi pelanggaran PPE berbasis model object detection seperti YOLO. Anotasi dilakukan dalam format .txt per gambar, dengan struktur sebagai berikut:

`<class_id> <x_center> <y_center> <width> <height>`

Mengenai definisi dari element ini dapat dilihat pada tabel 3:

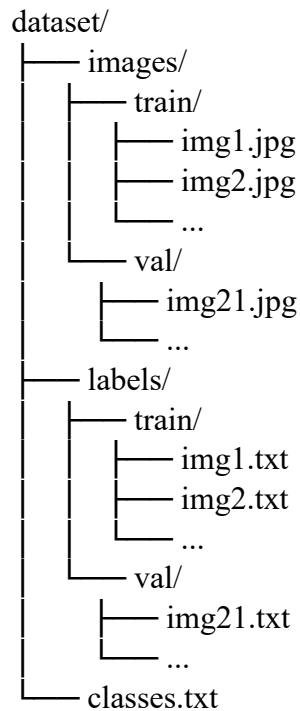
Tabel 3 Dekripsi elemen struktur YOLO

Elemen	Deskripsi
class_id	ID numerik yang merepresentasikan label objek (sesuai urutan di classes.txt).

x_center	Koordinat sumbu-x titik tengah bounding box (dinormalisasi ke lebar gambar).
y_center	Koordinat sumbu-y titik tengah bounding box (dinormalisasi ke tinggi gambar).
width	Lebar bounding box (dalam proporsi terhadap lebar gambar).
height	Tinggi bounding box (dalam proporsi terhadap tinggi gambar).

Semua nilai merupakan angka desimal antara 0–1, dinormalisasi terhadap ukuran gambar. Daftar label digunakan sebagai acuan penomoran class ID, sebagaimana ditampilkan pada file classes.txt.

Lalu untuk struktur folder dari dataset dengan format YOLO yaitu:



Setiap objek PPE maupun person akan dianotasi menggunakan bounding box. Berikut adalah panduan mengenai kapan dan bagaimana label diberikan:

No.	Label	Area yang Dianotasi	Kriteria Pemberian Label
1	hard_hat	Kepala bagian atas	Diberikan jika helm terlihat $\geq 30\%$ dan warnanya khas.
2	safety_vest	Dada hingga pinggang	Rompi mencolok dan strip reflektif tampak jelas.
3	gloves	Sekitar tangan	Warna/bentuk sarung tangan terlihat.
4	safety_glasses	Sekitar mata	Frame atau lensa tampak cukup jelas.
5	steel_toe_boots	Kaki bagian bawah	Bentuk sepatu pelindung terlihat dan tidak ambigu.
6	person	Seluruh tubuh individu	Setiap orang dalam gambar diberi anotasi terpisah.

Dalam proses anotasi, beberapa kondisi khusus perlu dipertimbangkan agar kualitas dataset tetap terjaga. Berikut adalah panduan teknis dalam menangani situasi-situasi tersebut:

- Partial Occlusion

Memberi label pada objek yang masih cukup terlihat membantu model belajar menangani situasi di lapangan yang umum terjadi (misalnya PPE tertutup oleh tangan atau benda lain). Namun, jika terlalu sedikit bagian yang terlihat, model justru akan belajar dari data yang tidak representatif atau membingungkan. Objek tetap dianotasi jika bagian yang terlihat >30% dan masih bisa dikenali. Jika hanya sebagian kecil yang tampak dan tidak bisa diidentifikasi dengan yakin, maka label diabaikan.

- **Blur / Low-resolution Image**

Gambar blur adalah kondisi nyata di CCTV, dan memberikan label pada blur yang masih dapat dikenali akan membantu model menjadi lebih robust. Namun, labeling pada blur berat akan memperkenalkan noise dan menurunkan kualitas pelatihan. Label tetap diberikan jika objek masih dapat dikenali dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Jika objek terlalu buram hingga bentuk dan jenisnya tidak dapat dipastikan, maka label tidak perlu diberikan.



- **Multiple People in One Frame**



Sistem deteksi pelanggaran PPE memerlukan asosiasi satu-satu antara person dan atribut PPE-nya. Jika anotasi tidak rapi atau PPE salah dikaitkan ke orang lain, sistem akan menghasilkan false positive/negative saat mengevaluasi kepatuhan. Semua person dan PPE yang dikenakan harus diberi label secara terpisah. Penting untuk memperhatikan agar setiap bounding box PPE dikaitkan dengan individu yang benar.

- **Pencahayaan Buruk / Siluet**

Anotasi pada objek yang tidak dapat dilihat dengan jelas hanya akan mengajarkan model untuk menebak, bukan mengenali. Hal ini bisa mengarah pada overfitting atau prediksi yang tidak andal di kondisi nyata. Jika kondisi pencahayaan membuat PPE tidak dapat dikenali secara visual (misalnya backlight ekstrem atau siluet total), maka objek tidak perlu diberi label.

Tabel 4 Contoh gambar yang tidak masuk kriteria skema labeling

Gambar	Alasan
	Gambar ini tidak digunakan karena berada di lingkungan restoran, bukan industri. Selain itu, individu tidak mengenakan atribut PPE seperti hard hat, safety vest, atau gloves sesuai skema labeling proyek.
	Gambar ini tidak digunakan karena objek pekerja terlihat dari jarak yang terlalu jauh, sehingga detail atribut PPE seperti gloves, safety glasses, dan sepatu safety tidak dapat dikenali dengan jelas. Kondisi ini menyulitkan proses anotasi dan berpotensi menurunkan akurasi model deteksi.

	<p>Gambar ini tidak digunakan karena pencahayaan siluet membuat atribut PPE seperti gloves, kacamata safety, dan sepatu tidak terlihat jelas. Kondisi ini menyulitkan proses anotasi dan dapat mengganggu performa model dalam mendeteksi pelanggaran PPE.</p>
	<p>Gambar ini tidak digunakan karena bagian tubuh personil tidak terlihat jelas, hanya sebagian tangan yang muncul dalam kondisi blur. Hal ini membuat identifikasi atribut PPE seperti helm, vest, atau kacamata menjadi tidak memungkinkan untuk dilakukan secara akurat.</p>