

IMPLEMENTASI METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOv5) DALAM DETEKSI PELANGGARAN HELM

Martinus Ade Meidyan 1, Wiyli Yustanti. *2

^{1,2}Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

¹martinusade333@gmail.com

²wiyliyustanti@unesa.ac.id

Abstrak— Pelanggaran pada lalu lintas yang di sebabkan oleh pengendara roda dua yang sering di tindak pada saat melakukan operasi patuh pada tahun 2023 mencatat, terdapat tiga pelanggaran terbanyak yang dilakukan oleh kendaraan roda dua. Paling banyak adalah pelanggaran tidak menggunakan helm yaitu sebanyak 8.916 pelanggaran (Made et al., 2020). Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sistem deteksi kendaraan berdasarkan kelasnya melalui analisis video berbasis algoritma YOLOv5. Metode yang disajikan dalam penelitian ini berfokus pada optimasi dan implementasi algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi objek berupa helm pada pengendara roda dua pada saat berkendara, menggunakan dataset berisi 2000 gambar, dengan 1200 gambar untuk pelatihan dan 800 gambar untuk pengujian. Pelatihan dilakukan hingga mencapai langkah 200 epoch dengan batch 48 dengan ukuran gambar 448. Hasil penelitian dan uji coba berdasarkan eksperimen yang penulis lakukan, penulis berhasil mencapai nilai F1 Score sebesar 0.87 dan nilai mAP 0.90 menggunakan algoritma YOLOv5 dengan arsitektur YOLOv5m. Adanya beberapa faktor yang memengaruhi hasil deteksi adalah latar belakang objek pada gambar, posisi objek, terdapat objek penghalang pada sudut tertentu, serta tinggi/jarak objek.

Kata Kunci— YOLOv5, deteksi helm, video, pelanggar lalu lintas, CCTV

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan sarana transportasi bagi masyarakat modern telah menjadi kebutuhan utama, baik di kota-kota besar maupun di daerah perdesaan (Putu Wily Oki Pratiwi et al., n.d.) Perkembangan jumlah kendaraan berdasarkan jenis kendaraan berdasarkan data Kementerian Perhubungan, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 143,79 juta unit pada 2021. Jumlah tersebut meningkat 4,30% dari tahun sebelumnya yang sebanyak 136,14 juta unit. Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terpantau terus meningkat dalam lima tahun terakhir. Peningkatan kendaraan bermotor tertinggi terjadi pada 2018, yakni 6,38%. Jika dirinci, sebanyak 120,04 juta kendaraan bermotor merupakan sepeda motor. Sebanyak 16,41 juta kendaraan berupa mobil pribadi (Oktaviastuti et al., 2017).

Kendaraan roda dua mendominasi jumlah kendaraan yang paling banyak di gunakan. Hal ini yang menjadi salah satu sebab kasus pelanggaran lalu lintas terbanyak yang terjadi pada kendaraan jenis roda dua atau sepeda motor. Terdapat 1,3 juta kasus pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh pengendara roda dua. Pelanggaran yang dilakukan oleh pemotor mendominasi dengan persentase 62,59 persen dari

total kasus pelanggaran lalu lintas yang ada selama tahun 2021. Pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh pengendara roda dua sering kali menjadi sasaran tindakan penegakan hukum saat operasi patuh pada tahun 2023. Dalam catatan tersebut, tiga pelanggaran utama yang dilakukan oleh kendaraan pemotor roda dua, di mana pelanggaran tidak menggunakan helm saat mengemudi menjadi yang paling dominan yaitu, mencapai jumlah sebanyak 8.916 pelanggaran (Made et al., n.d. 2020).

Hal ini juga telah ditetapkan pada undang – undang lalu lintas dan angkutan jalan (UU LLAJ) Nomor 22 Tahun 2009 yang bertujuan agar masyarakat lebih taat pada hukum saat berkendara. Terutama yang berkaitan dengan penggunaan helm pada pengendara roda dua. Aturan kebijakan menggunakan helm SNI bagi pengendara sepeda motor diatur dalam pasal 57 ayat(1), ayat(2) UU No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang berbunyi:

1. Setiap kendaraan bermotor yang dioperasikan di jalan wajib dilengkapi dengan perlengkapan kendaraan bermotor,
 2. Perlengkapan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bagi sepeda motor berupa helm Standar Nasional Indonesia.
- (Thomas Alldy Beghu, et al., 2023)

Sistem untuk mendeteksi pelanggar helm dibangun dan dirancang untuk mendeteksi pelanggar helm melalui citra pada saat berkendara. Apabila sistem mendeteksi adanya pengendara yang tidak menggunakan helm pada saat berkendara, maka sistem dapat membedakan. Oleh karena itu, perlu adanya sebuah sistem pendeteksi pelanggar helm berdasarkan citra pada saat berkendara dengan tingkat keakuratan akurasi yang tinggi.

Metode *You Only Look Once* (YOLO) merupakan metode mutakhir object detection dengan tingkat akurasi tinggi yang dapat membantu merealisasikan produk yang akan peneliti buat. Volume pelanggar dapat digunakan untuk menjadi variable jumlah yang melanggar terkhusus pelanggar helm, dan juga dapat digunakan sebagai tolok ukur untuk evaluasi kebijakan yang ada, penegasan tatib lalulintas, sosialisasi oleh pemangku kebijakan seperti penegak hukum pihak kepolisian (Priyono, 2014). Untuk memperoleh *data set* sebagai bahan olah pada penelitian kali ini peneliti melakukan pengambilan secara individu milik pribadi menggunakan SITS (*Surabaya Intelligent Traffic System*).

Deteksi objek kendaraan berbasis *computer vision* terbagi menjadi dua metode, yaitu metode mesin konvensional dan *deep learning*. Metode tradisional diantaranya meliputi teknik substraksi latar belakang, perbedaan *frame*, dan aliran optik.

Sementara itu Untuk metode *deep learning*, banyak dikembangkan berdasarkan *Convolutional Neural Networks (CNN)*, yang memiliki kemampuan untuk mempelajari fitur-fitur kompleks untuk deteksi dan klasifikasi objek dalam gambar. (Swastika *et al.*, 2020). Salah satu metode yang banyak digunakan pada deteksi objek adalah *framework* dari *You Only Look Once (YOLO)*.

You Only Look Once (YOLO) adalah algoritma yang diciptakan dan dikembangkan untuk mendeteksi objek baik secara *real-time* maupun tidak, dan dengan berbagai format input. Pendekatan sistem deteksi dilakukan dengan memanfaatkan *classifier* atau *localizer* yang disesuaikan ulang untuk melakukan deteksi. Model ini diterapkan pada citra di berbagai lokasi dan ukuran skala, dengan daerah skor tertinggi dianggap sebagai hasil deteksi. (Gerald & Lubis, 2020).

YOLO menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (JST) berguna untuk mendeteksi objek dalam sebuah wujud dan citra. Jaringan ini membagi citra menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap wilayah. Setelah itu, kotak pembatas atau *bounding box* tersebut dibandingkan dengan setiap probabilitas yang diprediksi. YOLO juga memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem yang berfokus pada *classifier*, terutama terlihat dari pengolahan seluruh citra secara *universal* pada saat dilakukan pengujian dengan memprediksi apa yang disampaikan.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sistem deteksi kendaraan berdasarkan kelasnya melalui analisis video berbasis algoritma YOLOv5. Untuk menandai objek yang telah terdeteksi pada suatu frame dalam video, kendaraan yang telah terdeteksi akan ditandai dengan urutan nomor identitas berdasarkan kelasnya. Kelas kendaraan yang dideteksi dalam penelitian ini mencakup: menggunakan helm, tidak menggunakan helm, dan pengendara.

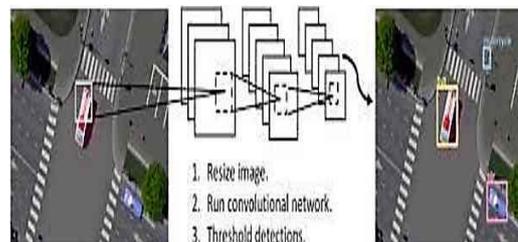
II. METODE PENELITIAN

Menurut (Maity *et al.* (2023)) *Framework* melibatkan beberapa langkah utama, termasuk pengumpulan, pelabelan data, dan arsitektur model atau *modelling*. Metode yang disajikan dalam penelitian ini berfokus pada optimasi dan implementasi algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi objek berupa helm pada pengendara roda dua pada saat berkendara. Algoritma YOLOv5 dipilih karena memiliki lapisan YOLO yang dapat memprediksi keluaran deteksi dalam hal kelas, lokasi, skor kepercayaan, dan ukuran (Gillani *et al.*, 2022).

2.1. You Only Look Once (YOLO)

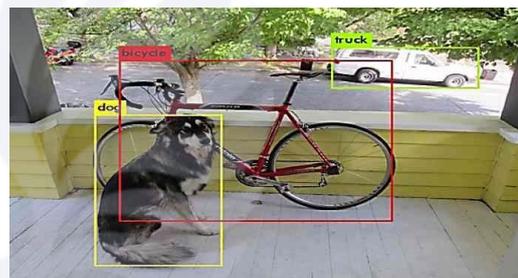
Algoritma YOLO menerapkan jaringan saraf (*neural network*) pada sebuah gambar dengan pendekatan berbasis grid atau garis. Gambar input dibagi menjadi sejumlah grid, dan setiap grid bertanggung jawab untuk memprediksi *bounding box* (kotak pembatas) serta probabilitas untuk objek yang muncul di dalamnya. Pada setiap grid, algoritma YOLO memprediksi beberapa *bounding box* yang kemungkinan

berisi objek. Biasanya, setiap grid memiliki beberapa *bounding box* yang disebut *anchor box* (kotak jangkar). Untuk setiap *anchor box*, algoritma YOLO memprediksi nilai *offset* yang menggambarkan letak relatif dan ukuran *bounding box* terhadap grid tersebut. (Hussain, 2023).



Gambar 1. Ilustrasi *you only look once (YOLO)*
(Sumber : Kumar Sharma Cyber Security Analyst *et al.*, n.d.)

Berdasarkan gambar 1 dijelaskan YOLO juga dapat memprediksi probabilitas kelas variabel (*class probabilities*) untuk setiap objek yang terdeteksi dalam *bounding box* tersebut.



Gambar 2. Ilustrasi *bounding box you only look once (YOLO)*
(Sumber : Kumar Sharma Cyber Security Analyst *et al.*, n.d.)

Pada gambar 2. Algoritma YOLO secara efisien melakukan deteksi objek pada gambar dengan hanya membutuhkan satu proses *feedforward* melalui jaringan saraf. Hal ini membuat YOLO menjadi cepat dan cocok untuk aplikasi deteksi objek *real-time* (Jupiyandi *et al.*, 2019).

Pada gambar 2 juga mengilustrasikan *bounding box* yang menggunakan metrik *Intersection Over Union (IOU)*. IOU adalah metrik yang digunakan untuk menghitung seberapa jauh prediksi *bounding box* objek oleh model tumpang tindih (*overlap*) dengan *bounding box* yang sebenarnya. IOU dihitung dengan membagi luas dari area tumpang tindih oleh luas dari area gabungan kedua *bounding box*. IOU di hitung menggunakan rumus:

$$IOU = \frac{A_{AB}}{A_{\cup B}}$$

Bounding box (kotak pembatas) adalah kotak yang digunakan untuk mengapit objek yang telah terdeteksi oleh model dalam gambar. *Bounding box* ini memberikan informasi tentang lokasi dan ukuran objek dalam gambar

(Sarosa & Muna, 2021). Bounding Box dihitung menggunakan rumus :

$$bx = \sigma(tx) + cx$$

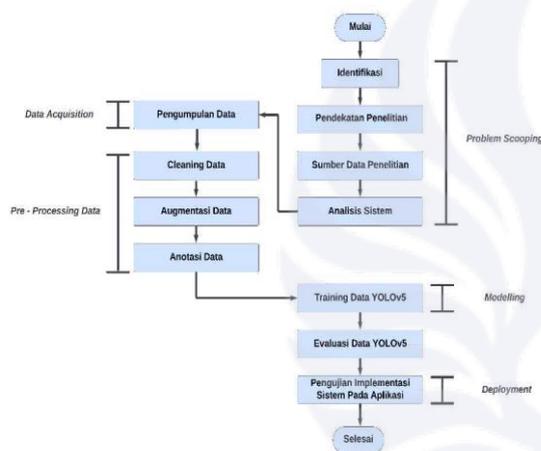
$$by = \sigma(ty) + cy$$

$$bw = pw \cdot e^{tw}$$

$$bh = pw \cdot e^{th}$$

2.2. CRISP – DM

Framework yang digunakan pada implementasi model YOLOv5 menggunakan tingkatan dari adaptasi tahap dari Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM). Terdapat enam proses atau tahap yang terjadi dalam CRISP-DM(Ayele,2020).Tahap tersebut di ilustrasikan pada gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi framework tahap CRISP-DM
 (Sumber: Dokumen pribadi)

1. Problem Scoping Phase (Fase Pemahaman Masalah)

- Menganalisis dan mempersiapkan beberapa objek kebutuhan untuk mencapai tujuan.

Pada tahap ini, analisis yang melibatkan kebutuhan untuk menunjang jalannya penelitian. Beberapa kondisi telah diidentifikasi, terutama terkait proses pengumpulan data gambar pengendara roda dua. Data tersebut akan dibagi menjadi dua bagian: pertama, sebagai data latih untuk deteksi objek helm pada saat berkendara, dan kedua, sebagai data validasi untuk mendeteksi pengendara yang menggunakan helm atau tidak.

Selanjutnya, karena data yang dikumpulkan merupakan data pribadi objek helm milik peneliti, aspek kualitas pengambilan dataset perlu diperhatikan. Penggunaan CCTV SITS (Surabaya Intelligent Transport System) di area yang diidentifikasi oleh peneliti harus memastikan bahwa data pribadi tersebut diperoleh dan diolah dengan baik. Hal ini bertujuan dapat meningkatkan

akurasi dan keandalan hasil penelitian dalam mendeteksi pelanggaran penggunaan helm.

2. Data Understanding Phase (Fase Pemahaman Data)

- Pengumpulan data.
- Menggunakan analisis data untuk mengenali lebih lanjut data.
- Evaluasi data.

Pada pengumpulan dataset yang dilakukan, yaitu hanya menggunakan pengumpulan data pribadi milik peneliti berdasarkan kelas yang telah di tentukan oleh peneliti. Pada tahap pengumpulan data pribadi, hal pertama yang dilakukan peneliti adalah mengakses SITS (Surabaya Intelligent Transport System), karena SITS (Surabaya Intelligent Transport System) ini bersifat *open source*. Setelah mengakses SITS (Surabaya Intelligent Transport System) peneliti mencari lokasi yang sesuai agar memunculkan traffic video yang sedang lalu lalang.

Peneliti melakukan *screen record* dengan durasi 10 detik 30 fps (*frame per second*) dalam berbagai kondisi jalan seperti pagi, sore, dan malam seperti pada gambar 4,5 dan 6, dengan keadaan cuaca yang baik serta tingkat pencahayaan yang cukup untuk menampilkan objek dengan jelas (Lui *et al.*, n.d.).

Berdasarkan kelas yang telah di tentukan sebelumnya, yaitu kelas pengendara, menggunakan helm, dan tidak menggunakan helm. Dengan kode program yang telah dibuat oleh peneliti, video akan diekstrak tiap framenya dan menghasilkan 2000 data dan akan dibagi terhadap 2 kelas utama dan 1 kelas regular yang telah di tentukan menggunakan metode random sampling guna menghindari bias data.



Gambar 4. Kondisi rekaman kamera simpang wiyung pagi hari
 (Sumber: Dokumen pribadi)



Gambar 5. Kondisi rekaman kamera simpang wiyung siang hari
(Sumber: Dokumen pribadi)



Gambar 6. Kondisi rekaman kamera simpang wiyung malam hari
(Sumber: Dokumen pribadi)



Gambar 7. Skenario pelabelan class
(Sumber: Dokumen pribadi)

3. Data Preparation Phase (Fase Persiapan Data)

- Merupakan fase yang memiliki pekerjaan cukup berat dan perlu dilaksanakan secara intensif.
- Pemilihan studi kasus dan variabel yang ingin dianalisis yang sesuai dengan analisis yang akan diimplementasikan.
- Melakukan beberapa perubahan variabel jika dibutuhkan.
- Mempersiapkan data pertama agar siap untuk di olah pada tahap permodelan.



Gambar 7. Alur pre - processing data
(Sumber: Dokumen pribadi)

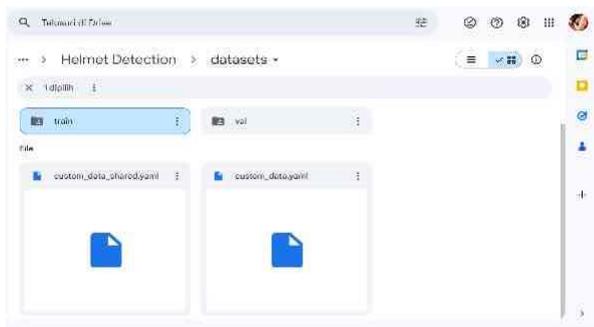
Gambar 7 menjelaskan mengenai tahap pengumpulan data selesai, dilakukan proses *pre-processing* data. Langkah pertama adalah membersihkan data dari outlier, seperti gambar traffic yang tidak jelas, gambar yang tidak sesuai dengan kebutuhan penelitian, gambar yang terlalu gelap, serta *noise* dan faktor lainnya (Li & Wu, 2022). Proses pembersihan ini memerlukan waktu cukup lama karena data bersifat deskriptif dan non-numerik. Peneliti menggunakan metode *check and save* untuk memeriksa dan menyimpan gambar-gambar tersebut satu per satu. Setelah data bersih (*clean data*), langkah berikutnya adalah proses anotasi data sesuai dengan format model pelatihan YOLOv5 menggunakan label-studio.

Gambar 7 adalah skenario pelabelan objek/class dimana objek yang diberi label hanya tampak dari depan. Skenario pelabelan kelas pengendara dimulai dari kepala dan berlanjut hingga ke roda motor. Selanjutnya, dalam pelabelan kelas menggunakan helm, dimulai dari helm dan berakhir pada pundak/dada pengendara. Proses yang serupa berlaku untuk pelabelan kelas tidak menggunakan helm, yang juga dimulai dari kepala hingga pundak/dada pengendara. Dengan demikian, skenario ini dapat divisualisasikan untuk memperoleh ketiga kelas tersebut, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 7.

4. Modelling Phase (Fase Pemodelan)

- Memilih dan implementasi teknik pemodelan yang sesuai.
- Menyesuaikan aturan model untuk mengoptimalkan hasil *output*.
- Fase pengolahan data dalam bentuk yang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan teknik data mining tertentu.

Proses *trained* data yang dilakukan menggunakan Google Colab. Proses diawali dengan membangun model arsitektur YOLOv5m yang akan disimpan pada Google Drive yang sudah dihubungkan sebelumnya contoh pada gambar 8, hal ini untuk mengantisipasi kehilangan hasil data setelah pelatihan ketika terjadi error. Pada proses akuisisi, peneliti menggunakan perbandingan 60:40 dimana 60% untuk data latih dan 40% untuk data uji. Hal ini sesuai dengan implementasi konsep "*train-test-split*" pada aturan umum machine learning (Munger & W. Morato, 2021).



Gambar 8. Penyimpanan dataset dengan [google drive](#)
(Sumber: Dokumen pribadi)

Setelah model berhasil dibangun, langkah selanjutnya adalah memuat pre-trained YOLOv5m, yang berupa file yolov5m.pt, sebagai media transfer *learning* untuk penggunaan layer yang sudah dilatih sebelumnya dalam membangun jaringan yang mungkin memiliki kesamaan pada layer pelatihan pertama. Peneliti menggunakan konfigurasi *epoch* 48 dan *batch* 200 pada saat data *pre-trained*.

```

1 !pip install comet_ml # 1. install
2 !export COMET_API_KEY=$(cat /dev/urandom | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 40 | shuf | paste -s - | sed 's/"/"/g') # 2. paste API key
3 !python train.py --img 448 --batch 48 --epochs 200 --data /content/drive/MyDrive/Project/ Helmet Detection/datasets/custom_data.yaml
4 --weights yolov5m.pt --cache --hyp-data/hyp/scratch-high.yaml # 3. train
    
```

Gambar 9. Konfigurasi *pre-trained* menggunakan [google colab](#)
(Sumber: Dokumen pribadi)

Gambar 9. Menjelaskan konfigurasi menggunakan *train.py* dengan *size img* 448 komputasi, pada *batch* 48 dan 200 *epoch*.

Tabel 1 Konfigurasi *hyperparameter hyp.scratch-high.yaml*

parameter	value
lr0	0.01
lrf	0.1
momentum	0.937
weight_decay	0.0005
warmup_epochs	3.0
warmup_momentum	0.8
warmup_bias_lr	0.1
box	0.05
cls	0.3
cls_pw	0.7
obj	1.0
obj_pw	0.20
iou_t	4.0
anchor_t	3
# anchors	0.0
f1_gamma	0.015
hsv_h	0.7
hsv_s	0.4
hsv_v	0.0
degrees	0.0
translate	0.1
scale	0.9
shear	0.0
perspective	0.0
flipud	0.0
fliplr	0.0

mosaic	0.5
mixup	1.0
copy_paste	0.1

Sebelum melakukan penyetelan model YOLOv5 pada YOLOv5m, peneliti mengatur ulang *hyperparameter* YOLOv5 sesuai dengan aturan yang telah dijelaskan sebelumnya dalam tabel 1. Peneliti menggunakan model YOLOv5m sebagai dasar untuk membangun arsitektur YOLOv5 pada YOLOv5m. Hal ini dikarenakan model YOLOv5m, terutama *hyp.scratch-high.yaml*, memiliki konfigurasi yang sesuai untuk digunakan dan telah terbukti memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

5. Evaluation Phase (Fase Evaluasi)

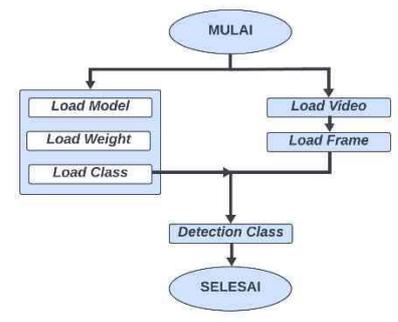
- Evaluasi satu atau lebih model yang digunakan dalam fase pemodelan untuk didapatkan kualitas dan efektivitas sebelum disebarkan untuk digunakan.
- Menetapkan apakah terdapat model yang memenuhi tujuan pada fase awal.
- Tahap apakah terdapat permasalahan penting dari bisnis atau penelitian yang tidak tertangani dengan baik.
- Mengambil keputusan berkaitan dengan penggunaan hasil dari data mining.

Hasil evaluasi data akan menghasilkan berbagai metrik dari file *weight* terakhir yang disimpan setelah proses pelatihan data selesai. Metrik-metrik ini termasuk nilai mAP (*Mean Average Precision*), presisi (*precision*), *recall*, dan *F1-score*. (Hussain, 2023). Selain itu, akan dihitung jumlah objek data uji yang terdeteksi beserta persentasenya, jumlah nilai TP (*True Positive*), dan FP (*False Positive*), serta jumlah *unique truth count*.

Peneliti juga melakukan beberapa uji coba *trained data* dengan beberapa percobaan dan ketentuan yang di tentukan peneliti seperti diawali dengan *batch* 32 hingga 54 dalam 20 *epoch*. Hal ini di lakukan peneliti agar mendapatkan nilai dan hasil yang optimal pada saat proses *pre-trained* data (Munger & W. Morato, 2021). Peneliti menggunakan *comet.ml logger* untuk membantu mencatat hasil *pre-trained per batch* yang telah di tentukan.

6. Deployment Phase (Fase penyebaran)

- Implementasi model yang dilatih.



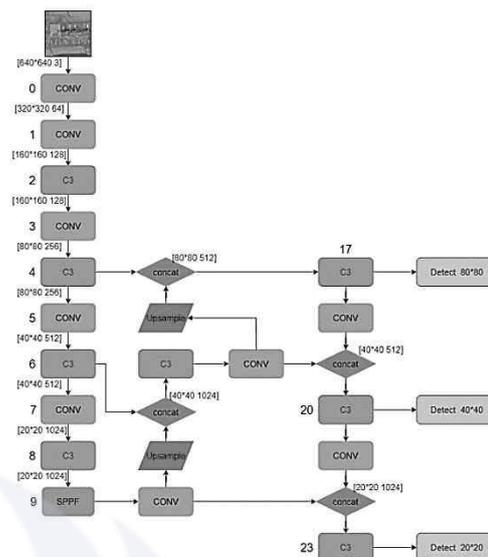
Gambar 10. Alur kerja deployment pendeteksi pelanggaran helm
 (Sumber: Dokumen pribadi)

Gambar 10 adalah alur kerja model yang di deploy dimana setelah peneliti melakukan training data dan menghasilkan file weight yang berisikan model dan *class* yang telah di tentukan sebelumnya berupa format *best.pt*. dari file *best.pt* tersebut akan di deploy menggunakan *python* yang dilakukan melalu *compiler visual – studio*. Pada tahap *deployment* sendiri peneliti menggunakan beberapa bantuan *library* yang digunakan untuk menghasilkan output yang di inginkan mulai dari *cv2*, *pytorch*, dan lain sebagainya baik untuk keperluan input video yang akan di deteksi di sample simpang yang ditentukan.

2.3. YOLOv5

YOLOv5 adalah algoritma deteksi target satu tahap dengan lima versi (n, s, m, l, dan x), yang masing-masing memiliki kedalaman dan lebar jaringan yang berbeda. Algoritma ini terdiri dari empat struktur bagian utama dalam modelnya. Pertama, memiliki input, merupakan gambar yang akan diuji untuk mendeteksi objek.

Kemudian jaringan ekstraksi *backbone*, yang bertanggung jawab untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar. Setelah itu, terdapat *neck* deteksi yang menyebarkan informasi dari jaringan ekstraksi *backbone* ke bagian kepala deteksi. Terakhir *head detection* bertugas untuk menghasilkan kotak pembatas (*bounding box*) yang mengelilingi objek yang terdeteksi (Guo *et al.*, 2022). Diagram struktur jaringannya ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 11. Jaringan saraf YOLOv5
 (Sumber: Liu *et al.*, 2023)

Dalam versi-versi yang berbeda dari YOLOv5, ukuran jaringan dan kompleksitasnya bervariasi. Versi n adalah yang paling kecil dan paling cepat, sedangkan versi x adalah yang paling besar dan paling lambat. Versi s, m, dan l berada di antara keduanya dengan tingkat kecepatan dan akurasi yang berbeda.

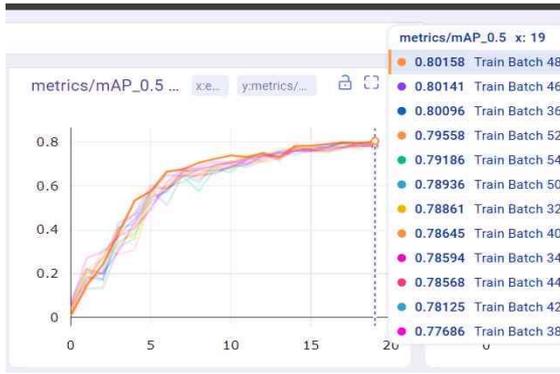
Secara keseluruhan, YOLOv5 adalah algoritma yang kuat untuk deteksi objek dalam gambar, dengan kemampuan untuk mengenali berbagai kelas objek dengan efisien.

2.4. Analisis Sistem

Pada penelitian ini, sistem di develop dan diterapkan pada *device* perangkat lunak visual studio, google colab, python, CUDA 12.4, label-studio, OpenCV 4.9.0.80 dan GPU Nvidia GeForce seri GTX 1650 dengan, Sistem Operasi yang digunakan yaitu Windows 11.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini adalah, paparan hasil percobaan dan hasil evaluasi sistem yang telah dilakukan. Hasil-hasil tersebut akan dilakukan implementasi pada sistem deteksi pelanggaran helm. Berikut hasil dari implementasi sistem pendeteksi pelanggaran helm ditampilkan pada Gambar 10 dan 11.



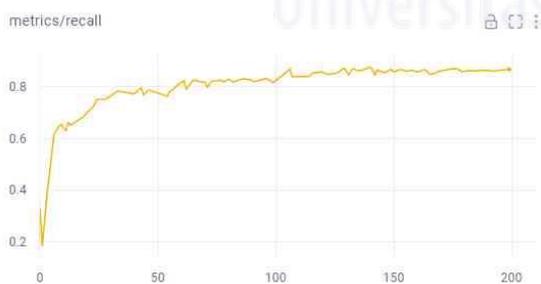
Gambar 11 Hasil grafik score mAP menggunakan comet.ml
 (Sumber: Dokumen pribadi)



Gambar 12 Hasil grafik score batch 48 metrics/mAP_0.5 menggunakan comet.ml
 (Sumber: Dokumen pribadi)



Gambar 13 Hasil grafik score batch 48 metrics/precision menggunakan comet.ml
 (Sumber: Dokumen pribadi)



Gambar 14 Hasil grafik score batch 48 metrics/recall menggunakan comet.ml
 (Sumber: Dokumen pribadi)

Pada gambar 11 didapatkan hasil paling optimal dari keseluruhan experiment adalah menggunakan batch 48 yang di coba pada 20 epoch. Setelah didapatkan batch yang optimal peneliti mengulangi proses pre-trained data seperti proses di awal dari hasil pendeteksi pelanggar helm seperti Gambar 11 dapat di peroleh data yang dimana *score mAP_0.5* yang dimana bernilai 0.90 menggunakan 48 batch dan 200 iterasi/*epoch* seperti pada gambar 12.

Hal ini sesuai dan mengacu pada gambar 11 yang dimana untuk data set ini memiliki nilai *mAP_0.5* yang tinggi pada saat menggunakan batch 48 pada 20 iterasi. Dan juga memiliki hasil score 1.0 untuk *metrics/precision*, serta hasil score 0.93 untuk *metrics/recall* seperti pada gambar 13 dan 14.



Gambar 14 Hasil deteksi pengendara yang menggunakan helm dan tidak menggunakan helm
 (Sumber: Dokumen pribadi)

Pada Gambar 14 di paparkan juga hasil dari sistem deteksi pelanggar helm yang dimana mampu mendeteksi tiga *class* yang telah di tentukan pada tahap 2, yaitu pengendara roda dua itu sendiri dan yang tidak menggunakan helm atau menggunakan helm.

Tabel 2 Hasil Experiment Validasi dan Train Yolov5m

process	box_loss	cls_loss	obj_loss
validasi	0.03387	0.00092	0.01155
train	0.0328	0.00116	0.00952

Berdasarkan Tabel 2, dapat di paparkan dataset yang telah melakukan proses trained dengan validasi bahwa, nilai *box_loss*, *cls_loss*, *obj_loss* cenderung kecil yang dimana algoritma Yolov5m yang di gunakan pada sistem pendeteksi helm ini bisa dibidang baik karena tiga parameter tersebut dapat menjadi parameter untuk melihat seberapa baik model mampu memprediksi *bounding box*.

Tabel 3 Hasil Evaluasi Validasi dan Train Yolov5m

process	r	recall	precision
Validasi	0.90	0.93	1.0
Train	0.90	0.93	1.0

Berdasarkan Tabel 3, Algoritma Yolov5m memiliki hasil yang baik dimana hasil pada data train dengan data validasi cenderung menghasilkan nilai *F1_Score* sama yaitu 0.90

yang dimana F1_Score sendiri didapat dari perhitungan otomatis yang di sediakan arsitektur YOLOv5. Pada penelitian yang telah dilakukan, hasilnya cukup baik sehingga sistem dapat diimplementasikan untuk mendeteksi pelanggaran penggunaan helm.

Adanya bias deteksi dalam sistem disebabkan oleh objek yang terlalu kecil dan jauh karena kualitas dan penempatan sampel uji kamera CCTV, yang menyebabkan objek tidak terlihat dengan jelas seperti objek kendaraan, pengendara, dan helm. Selain itu, kesalahan deteksi juga dipengaruhi oleh kesulitan dalam pengumpulan dataset yang bervariasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, kami menggunakan algoritma YOLOv5 dengan arsitektur Yolov5m untuk mendeteksi pengendara dengan atau tanpa helm pada video dari CCTV SITS (Surabaya Intelligent Transport System). Kami menggunakan dataset berisi 2000 gambar, dengan 1200 gambar untuk pelatihan dan 800 gambar untuk pengujian. Pelatihan dilakukan hingga mencapai langkah 200 epoch dengan batch 48 dengan ukuran gambar 448.

Berdasarkan eksperimen yang penulis lakukan, penulis berhasil mencapai nilai F1 Score sebesar 0.87 dan nilai mAP 0.90 menggunakan algoritma YOLOv5 dengan arsitektur YOLOv5m. Adanya faktor yang memengaruhi hasil dari deteksi adalah latar belakang objek pada gambar yang di ambil, posisi objek, terdapat objek penghalang pada sudut tertentu, serta tinggi dan jarak objek.

Kami berharap penelitian selanjutnya dapat dikembangkan serta solusi untuk mengatasi masalah-masalah tersebut agar dapat mencapai deteksi pelanggaran helm yang maksimal. Serta menjadi masukan untuk pihak berwenang mengenai instalasi dan peningkatan kualitas hardware CCTV karena dapat menjadi salah satu faktor penting terhadap proses pengembangan sistem ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

- AYELE, W. Y., 2020. Adapting CRISP-DM For Idea Mining A Data Mining Process For Generating Ideas Using A Textual Dataset. In IJACSA) International Journal Of Advanced Computer Science And Applications (Vol. 11, Issue 6).
- GERALDY, C., & LUBIS, C. (N.D.). Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi Pendeteksian Dan Pengenalan Jenis Mobil Menggunakan Algoritma You Only Look Once Dan Convolutional Neural Network.
- GILLANI, *et al.*, 2022. YOLOv5, YOLO-X, YOLO-R, Yolov7 Performance Comparison: A Survey. 17–28.
- GUO, *et al.*, 2022. MSFT-YOLO: Improved YOLOv5 Based On Transformer For Detecting Defects Of Steel Surface. *Sensors*, 22(9).
- HUSSAIN, M., 2023. YOLO-v5 Variant Selection Algorithm Coupled With Representative Augmentations For Modelling Production-Based Variance In Automated Lightweight Pallet Racking Inspection. *Big Data And Cognitive Computing*, 7(2).
- JUPIYANDI, *et al.*, 2019. Pengembangan Deteksi Citra Mobil Untuk Mengetahui Jumlah Tempat Parkir Menggunakan Cuda Dan Modified YOLO. 6(4), 413–419.
- BEGHU, T. A., 2023. Penertiban Penggunaan Helm di Wilayah Hukum Polres Ende Menurut Undang-Undang Ri No 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. *Jho Jurnal Hukum Online(Jho)*, 1(4), 1–460. www.jurnalhukumonline.com [Diakses pada 10 Januari 2024]
- KUMAR, *et al.* (N.D.). YOLO (You Only Look Once) Technology And Its' Impact In Field Of Object Detection.
- LI, R., & WU, Y., 2022. Improved YOLOv5 Wheat Ear Detection Algorithm Based On Attention Mechanism. *Electronics (Switzerland)*, 11(11).
- LIU, *et al.*, 2023. YOLO-Extract: Improved YOLOv5 For Aircraft Object Detection In Remote Sensing Images. *IEEE Access*, 11, 1742–1751.
- LUI, *et al.* (N.D.). Penerapan Deep Convolutional Generative Adversarial Network Untuk Menciptakan Data Sintesis Perilaku Pengemudi di Dalam Kendaraan. 10(5), 963–972.
- MADE, N. *et al.*, 2020. (N.D.). Penegakan Hukum Terhadap Pengendara Motor Yang Tidak Menggunakan Helm Saat Berpakaian Adat Bali di Wilayah Hukum Polres Tabanan.
- MAITY, S., 2023. YOLO (You Only Look Once) Algorithm-Based Automatic Waste Classification System. *Journal Of Mechanics Of Continua And Mathematical Sciences*, 18(8), 25–35.
- MUNGER, J., & W. MORATO, C., 2021. How Many Features Is An Image Worth? Multi-Channel CNN For Steering Angle Prediction In Autonomous Vehicles. 01–19.
- OKTAVIASTUTI, B., 2017. Urgensi Pengendalian Kendaraan Bermotor di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, 2(1). <http://www.who.int> [Diakses pada 10 Januari 2024]
- PRIYONO, A., 2023. Konstruksi Penegakan Hukum Lalu Lintas Elektronik Wujud Konsep Digitalisasi. 1–129.
- SAROSA, M., & MUNA, N., 2021. Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Deteksi Korban Bencana Alam. 8(4).

- SWASTIKA, W., 2020. Deteksi dan Klasifikasi Merek Mobil Untuk Penentuan Iklan Billboard Menggunakan Convolution Neural Network. 7(4), 701–708.
- WILY O. P. (N.D.). Pelanggaran Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Roda Dua yang Dilakukan oleh Siswa Sekolah Menengah Pertama, (Studi Kasus Pada Wilayah Polres Kabupaten Tabanan, di Kota Tabanan).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini hingga tahap upload artikel. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Dosen Pembimbing atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang diberikan selama proses pengerjaan skripsi ini. Tanpa bimbingan dan masukan yang berharga, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Terima kasih kepada Dosen Penguji atas waktu, saran, dan kritik konstruktif yang telah diberikan selama ujian skripsi. Masukan yang diberikan sangat membantu dalam penyempurnaan penelitian ini.

Terima kasih juga kepada Tim JEISBI atas bantuan dalam pembuatan template dan dukungan teknis yang sangat memudahkan dalam proses penulisan dan penyusunan dokumen. Kami sangat menghargai dedikasi dan bantuan dari semua pihak. Semoga kerja sama yang baik ini dapat terus terjalin di masa mendatang. Sekali lagi, terima kasih banyak.

