



**PENINGKATAN AKURASI, PRESISI DAN SENSITIFITAS FACE  
DETECTION MULTI CLASS PADA ALAT PELINDUNG DIRI  
DENGAN METODE ALGORITMA YOLOv7**

**LAPORAN TESIS**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
ILHAM WIBAWA KUSUMAH DINATA  
55422110002**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK/PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2024**



**PENINGKATAN AKURASI, PRESISI DAN SENSITIFITAS FACE  
DETECTION MULTI CLASS PADA ALAT PELINDUNG DIRI  
DENGAN METODE ALGORITMA YOLOv7**

**LAPORAN TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**  
**ILHAM WIBAWA KUSUMAH DINATA**

**55422110002**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK/PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Wibawa Kusumah Dinata

NIM : 55422110002

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Keamanan Jaringan

Judul Tesis : Peningkatan Akurasi, Presisi Dan Sensitifitas Face Detection Multi Class  
Pada Alat Pelindung Diri Dengan Metode Algoritma YOLOv7

Menyatakan bahwa laporan Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Tesis saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 22 Juni 2024



Ilham Wibawa Kusumah Dinata

## HALAMAN PENGESAHAN TESIS

Laporan Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Ilham Wibawa Kusumah Dinata  
NIM : 55422110002  
Program : Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Keamanan Jaringan  
Judul Tesis : Peningkatan Akurasi, Presisi Dan Sensitifitas Face Detection Multi Class  
Pada Alat Pelindung Diri Dengan Metode Algoritma YOLOv7

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Strata 2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik/Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T.,  
M.T., I.P.M., Asean-Eng., APEC-Eng.  
NIDN :  
Ketua Penguji : Yudhi Gunardi, S.T., M.T., Ph.D  
NIDN :  
Penguji 1 : Dr. Eng, Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.  
NIDN :

()  
()  
()

Jakarta,

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinsari, M.T.



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T.,  
M.T., I.P.M., Asean-Eng., APEC-Eng.

## KATA PENGANTAR

Dengan rasa puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Tesis dengan judul “Peningkatan Akurasi, Presisi Dan Sensitifitas Face Detection Multi Class Pada Alat Pelindung Diri Dengan Metode Algoritma YOLOv7”. Shalawat berserta salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Dalam penyusunan Tesis ini, banyak sekali hambatan juga rintangan yang penulis hadapi. Namun penulis mendapatkan dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik. Maka dari itu izinkan penulis menyampaikan ucapan Terimakasih banyak kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia kepada hamba-nya.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah mejadi utusan Allah dalam menyebarkan agamanya.
3. Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan juga kekuatan untuk menyelesaikan penulisan ini.
4. Istri tercinta dan anak-anak tersayang yang selalu memberikan dukungan dan doanya dalam penyelesaian penulisan ini.
5. Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto., ST., MT., IPM., Asean-Eng., APEC-Eng selaku Dosen Pembimbing dan sekaligus selaku ketua Program Studi Magister Teknik Elektro yang senantiasa memberikan dukungan dan bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan selama penyusunan penelitian dan penulisan Tesis ini.
6. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng, selalu Rektor Univeristas Mercubuana yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh Pendidikan di Magister Teknik Elektro Univesitas Mercubuana.
7. Rekan-rekan Magister Teknis Elektro Angkatan 41 dan pihak pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang bersedia meluangkan waktunya tanpa kontribusinya penitian ini tidak akan sampai tahap ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan, baik dari segi penulisan maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis berharap dapat menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 22 Juni 2024



Ilham Wibawa Kusumah Dinata



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Wibawa Kusumah Dinata  
NIM : 55422110002  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Judul Tesis : **PENINGKATAN AKURASI, PRESISI DAN SENSITIFITAS FACE DETECTION MULTI CLASS PADA ALAT PELINDUNG DIRI DENGAN METODE ALGORITMA YOLOv7**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Laporan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 Agustus 2024

Yang menyatakan,



(Ilham Wibawa Kusumah Dinata)

## ABSTRAK

Nama : Ilham Wibawa Kusumah Dinata  
NIM : 55422110002  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Judul Laporan Tesis : PENINGKATAN AKURASI, PRESISI DAN SENSITIFITAS  
FACE DETECTION MULTI CLASS PADA ALAT  
PELINDUNG DIRI DENGAN METODE ALGORITMA  
YOLOv7  
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T., IPM., Asean-Eng,  
APEC-Eng

Dalam dunia kerja di bidang konstruksi alat pelindungan diri merupakan hal yang sangat vital bagi pekerja untuk melindungi diri dari kecelakaan kerja sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaannya secara aman guna meningkatkan hasil kerja dan produktivitas kerja. *Face detection* adalah langkah kunci dalam penerapan sistem pengenalan wajah, namun kemampuan komputasi perangkat tersebut relatif terbatas. Solusi terbaik untuk masalah dengan menggunakan algoritma YOLOv7 yang lebih cepat dan efisien. Sistem *face detection* alat pelindungan diri menjadi alternatif untuk meminimalisir kelalaian pekerja dalam pemakaian perlengkapan wajib dalam bekerja. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah YOLO (You Only Look Once). Penelitian ini membahas tentang implementasi model algoritma YOLOv7 dalam peningkatan akurasi, presisi dan sensitifitas untuk *face detection* alat pelindungan diri. Objek yang akan di deteksi adalah wajah terhadap pemakaian dan tanpa alat pelindungan diri yaitu helm pengaman, kaca mata pengaman serta masker. Pada penelitian sebelumnya telah melakukan penelitian *face detection* penggunaan masker dengan metode yang sama menggunakan YOLOv7 memperoleh akurasi deteksi signifikan untuk semua kelas, memakai masker, bukan memakai masker dan pemakaian masker yang salah dengan akurasi tertinggi 92,2%. Hasil penelitian yang peneliti lakukan memperoleh nilai akurasi saat pengujian yang sangat baik yaitu 99,72% dengan objek *multi class* pada *batch* 16 dan *epoch* 500, sehingga diperoleh peningkatan akurasi sebesar 7,52% dari penelitian sebelumnya. Tidak hanya itu peneliti melakukan



pengujian experimental dengan menggunakan dataset yang sama menggunakan algoritma YOLOv5, diperoleh nilai tertinggi sebesar 95,01% pada model YOLOv5x *batch 16 epoch 300* sehingga diperoleh peningkatan akurasi sebesar 4,71%. Selain itu, algoritma YOLOv7 memperoleh nilai tertinggi untuk presisi sebesar 99,6% dan sensitifitas sebesar 100% dengan terdeteksinya semua kelas objek dibandingkan dengan algoritma YOLOv5, objek kelas tanpa masker tidak dapat terdeteksi. Algoritma YOLOv7 membutuhkan perangkat keras beberapa kali lebih murah dan dapat dilatih lebih cepat pada kumpulan data kecil tanpa bobot yang telah dilatih sebelumnya daripada algoritma YOLOv5.

**Kata kunci:** *Face detection*, alat pelindung diri, algoritma YOLOv7.



## ABSTRACT

Name : Ilham Wibawa Kusumah Dinata  
NIM : 55422110002  
Study Program : Magister Teknik Elektro  
Title Thesis Report : IMPROVEMENT OF ACCURACY, PRECISION AND SENSITIVITY OF MULTI-CLASS FACE DETECTION IN PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT WITH YOLOv7 ALGORITHM METHOD  
Counsellor : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T., IPM., Asean-Eng, APEC-Eng

In the world of work in the field of construction, personal protective equipment is very vital for workers to protect themselves from work accidents so that workers can do their work safely to increase work output and work productivity. Face detection is a key step in the implementation of facial recognition systems, but the computing capabilities of these devices are relatively limited. The best solution to the problem is to use the faster and more efficient YOLOv7 algorithm. The face detection system of personal protective equipment is an alternative to minimize worker negligence in using mandatory equipment at work. The method used in this study is YOLO (You Only Look Once). This research discusses the implementation of the YOLOv7 algorithm model in improving accuracy, precision and sensitivity for face detection of personal protective equipment. The object to be detected is the face to wear and without personal protective equipment, namely safety helmets, safety glasses and masks. In the previous study, a face detection study on the use of masks with the same method using YOLOv7 obtained significant detection accuracy for all classes, wearing masks, not wearing masks, and wearing the wrong mask with the highest accuracy of 92.2%. The results of the research conducted by the researcher obtained an excellent accuracy value during testing, which was 99.72% with multi-class objects in batch 16 and epoch 500, so that an increase in accuracy of 7.52% was obtained from the previous study. Not only that the researchers conducted an experimental test using the same dataset using the YOLOv5 algorithm, obtained the

highest score of 95.01% in the YOLOv5x batch 16 epoch 300 model so that an increase in accuracy of 4.71% was obtained. In addition, the YOLOv7 algorithm obtained the highest score for precision of 99.6% and sensitivity of 100% with the detection of all object classes compared to the YOLOv5 algorithm, which unmasked class objects cannot be detected. The YOLOv7 algorithm requires several times less hardware and can be trained faster on small, pre-trained weightless datasets than the YOLOv5 algorithm.

**Keywords:** Face detection, personal protective equipment, YOLOv7 algorithm.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK .....	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Kontribusi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II .....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Road Map Penelitian.....	5
2.2. Landasan Teori .....	16
2.2.1. Face Detection.....	16
2.2.2. Alat Pelindung Diri (APD).....	17
2.2.3. Artificial Intelligence .....	19
2.2.4. Computer Vision .....	19
2.2.5. Generasi YOLO.....	20
2.2.6. Algoritma YOLOv7 .....	26
2.2.7. Evaluasi Confusion Matrix.....	37
2.2.8. Google Colaboratory .....	38

2.2.9. Python.....	39
2.2.11. Dataset.....	40
BAB III.....	42
METODOLOGI PENELITIAN .....	42
3.2. Konsep Sistem.....	44
3.3. Perancangan Dataset.....	45
3.4. Preprocessing .....	45
3.5. Perbandingan Dengan State-Of-The-Art .....	45
3.5.1. Studi Ablasi Dengan Metode Compound Scaling.....	45
3.5.2. Studi Ablasi Dengan Model Parameterisasi Ulang Terencana .....	46
3.5.3. Studi Ablasi Dengan Assistant Loss Untuk Auxiliary Head.....	46
3.6. Pengumpulan Data.....	47
3.7. Pembagian Data .....	57
3.8. Anotasi Data .....	58
3.9. Enviroment Training Model YOLO .....	61
3.9.1. Set up Code .....	61
3.9.2. Mengubah Format Anotasi Data Ke Format YOLO.....	63
3.9.3. Format Anotasi YOLO.....	64
3.9.4. Partisi Dataset.....	66
3.9.5. Melatih Dataset .....	67
3.9.6. Mengetes Dataset .....	72
BAB IV.....	79
PENGUJIAN DAN ANALISIS .....	79
4.1. Hasil Tahap Pelatihan .....	79
4.1.1. YOLOv7.....	79
4.1.2. YOLOv7x.....	79
4.1.3. YOLOv7-Tiny.....	80
4.1.4. YOLOv5s .....	80
4.1.5. YOLOv5x.....	81
4.1.6. YOLOv5l.....	81
4.2. Hasil Pembahasan .....	82
4.2.1. YOLOv7.....	83
4.2.2. YOLOv7x.....	91
4.2.3. YOLOv7-Tiny.....	99

4.2.1. YOLOv5s .....	107
4.2.2. YOLOv5x.....	115
4.2.3. YOLOv5l.....	123
BAB V .....	134
KESIMPULAN DAN SARAN .....	134
5.1. Kesimpulan .....	134
5.2. Saran .....	135
DAFTAR PUSTAKA.....	136
LAMPIRAN .....	139
1. Lampiran Script .....	139
2. Lampiran Gambar .....	153
2.1. Hasil deteksi YOLOv7 Batch 16 Epoch 300.....	153
2.2. Hasil deteksi YOLOv7 Batch 16 Epoch 500.....	154
2.3. Hasil deteksi YOLOv7x Batch 16 Epoch 300.....	155
2.4. Hasil deteksi YOLOv7x Batch 16 Epoch 500.....	156
2.5. Hasil deteksi YOLOv7 Tiny Batch 16 Epoch 300 .....	157
2.6. Hasil deteksi YOLOv7 Tiny Batch 16 Epoch 500 .....	158
3. Lampiran Hasil Pengecekan Turnitin .....	159





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Jurnal .....	11
Tabel 2.2. Perbandingan Varian Abstrak .....	25
Tabel 2.3. Perbandingan detektor objek dasar YOLOR dan YOLOv4 dengan YOLOv7 .....	36
Tabel 3.1. Studi ablasi pada penskalaan model.....	46
Tabel 3.2. Studi Ablasi pada model RepResidual yang direncanakan. ....	46
Tabel 3.3. Studi Ablasi pada Auxiliary Head.....	46
Tabel 3.4. Klasifikasi Pemakaian Alat Pelindung Diri.....	49
Tabel 3.5. Kategori dan Klasifikasi Face Detection.....	57
Tabel 3.6. Pembagian Data Training, Validation dan Testing .....	57
Tabel 4.1. Nilai mAP tiap Weights pada Training YOLOv7 .....	79
Tabel 4.2. Nilai mAP tiap Weights pada Training YOLOv7x .....	80
Tabel 4.3. Nilai mAP tiap Weights pada Training YOLOv7-Tiny .....	80
Tabel 4.4. Nilai mAP tiap Weights pada Training YOLOv5s.....	81
Tabel 4.5. Nilai mAP tiap Weights pada Training YOLOv5x .....	81
Tabel 4.6. Nilai mAP tiap Weights pada Training YOLOv5l.....	82
Tabel 4.7. Hasil perhitungan Akurasi Face Detection Multi Class Algoritma YOLOv7 dan YOLOv5 .....	131
Tabel 4.8. Hasil evaluasi Presisi Face Detection Multi Class Algoritma YOLOv7 dan YOLOv5 .....	132
Tabel 4.9. Hasil perhitungan Recall/Sensitifitas Face Detection Multi Class Algoritma YOLOv7 dan YOLOv5 .....	133

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Roadmap Penelitian Ilham Wibawa (Sumber Pribadi).....	5
Gambar 2.2. Perangkat lunak <i>face detection</i> .....	16
Gambar 2.3. Jenis alat perlindungan diri.....	18
Gambar 2.4. Arsitektur YOLOv1 .....	20
Gambar 2.5. Arsitektur YOLOv2 .....	21
Gambar 2.6. Arsitektur YOLOv3 .....	22
Gambar 2.7. Arsitektur YOLOv4.....	22
Gambar 2.8. Arsitektur YOLOv5.....	23
Gambar 2.9. Arsitektur YOLOv6.....	24
Gambar 2.10. Arsitektur jaringan YOLOv7.....	27
Gambar 2.11. Evolusi strategi agregasi lapisan di YOLOv7 .....	31
Gambar 2.12. Cara kerja penskalaan model gabungan .....	32
Gambar 2.13. Model parameter ulang yang direncanakan.....	33
Gambar 2.14. (d) <i>auxiliary head</i> dan <i>lead head</i> dipandu <i>label assigner</i> .....	34
Gambar 2.15. YOLOv7 mencapai kinerja <i>state-of-the-art</i> (SOTA).....	35
Gambar 2.16. Model <i>matrix confusion</i> .....	38
Gambar 2.17. Google Colaboration (Sumber: Colab).....	39
Gambar 2.18. Labeling Tool (Sumber: Github).....	40
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian.....	42
Gambar 3.2 Diagram Konsep Sistem Menggunakan YOLO.....	44
Gambar 3.3 Rancangan Dataset.....	45
Gambar 3.4. Spesifikasi komputer yang digunakan.....	47
Gambar 3.5. Konfigurasi dan metode klasifikasi alat pelindung diri.....	48
Gambar.3.6. Data yang digunakan (Sumber: Pribadi).....	56
Gambar 3.7. Proses Labeling dengan Python.....	58
Gambar 3.8. Anotasi data (Sumber: Pribadi) .....	59
Gambar 3.9. Langkah membuat anotasi data .....	59
Gambar 3.10. Pembuatan anotasi dengan Labelimg .....	59
Gambar 3.11. Dataset_Ilham.....	60
Gambar 3.12. Environment (Sumber: Pribadi).....	61
Gambar 3.13. Cloning YOLOv7 (Sumber: Pribadi) .....	62
Gambar 3.14. Cloning YOLOv5 (Sumber: Pribadi) .....	62

Gambar 3.15. Unzip Dataset_Ilham (Sumber: Pribadi) .....	62
Gambar 3.16. Susunan Folder (Sumber: Pribadi) .....	63
Gambar 3.17. Import Modules (Sumber: Pribadi).....	63
Gambar 3.18. Tampilan hasil anotasi data .....	64
Gambar 3.19. Fungsi mengambil data dari format anotasi XML.....	64
Gambar 3.20. Mengklasifikasikan Class .....	65
Gambar 3.21. Melihat anotasi data.....	65
Gambar 3.22. Mengubah format anotasi .....	66
Gambar 3.23. Anotasi yang sesuai dengan format YOLO (Sumber: Pribadi) .....	66
Gambar 3.24. Split Dataset.....	66
Gambar 3.25. Training YOLOv7 Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi) .....	67
Gambar 3.26. Training YOLOv7 Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi) .....	67
Gambar 3.27. Training YOLOv7x Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi) .....	68
Gambar 3.28. Training YOLOv7x Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi) .....	68
Gambar 3.29. Training YOLOv7 Tiny Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi) .....	69
Gambar 3.30. Training YOLOv7 Tiny Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi) .....	69
Gambar 3.31. Training YOLOv5s Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi).....	70
Gambar 3.32. Training YOLOv5s Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi).....	70
Gambar 3.33. Training YOLOv5x Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi) .....	71
Gambar 3.34. Training YOLOv5x Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi) .....	71
Gambar 3.35. Training YOLOv5l Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi).....	72
Gambar 3.36. Training YOLOv5l Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi).....	72
Gambar 3.37. Test YOLOv7 Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi).....	73
Gambar 3.38. Test YOLOv7 Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi).....	73
Gambar 3.37. Test YOLOv7x Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi).....	74
Gambar 3.38. Test YOLOv7x Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi).....	74
Gambar 3.39. Test YOLOv7 Tiny Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi) .....	75
Gambar 3.40. Test YOLOv7 Tiny Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi) .....	75
Gambar 3.41. Test YOLOv5s Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi) .....	76
Gambar 3.42. Test YOLOv5s Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi) .....	76
Gambar 3.43. Test YOLOv5x Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi).....	77
Gambar 3.44. Test YOLOv5x Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi).....	77
Gambar 3.45. Test YOLOv5l Batch 16 Epoch 300 (Sumber: Pribadi).....	78
Gambar 3.46. Test YOLOv5l Batch 16 Epoch 500 (Sumber: Pribadi).....	78

Gambar 4.1. Matrix Confusion Multi Class .....	82
Gambar 4.2. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	83
Gambar 4.3. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	84
Gambar 4.4. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	85
Gambar 4.5. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	85
Gambar 4.6. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	87
Gambar 4.7. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	88
Gambar 4.8. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	89
Gambar 4.9. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	89
Gambar 4.10. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	91
Gambar 4.11. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	93
Gambar 4.12. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	93
Gambar 4.13. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	95
Gambar 4.14. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	96
Gambar 4.15. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	97
Gambar 4.16. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	97
Gambar 4.17. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	99
Gambar 4.18. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	100
Gambar 4.19. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	101
Gambar 4.20. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	101
Gambar 4.21. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	103
Gambar 4.22. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	104
Gambar 4.23. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	105
Gambar 4.24. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	105
Gambar 4.25. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	107
Gambar 4.26. Hasil evaluasi data Training (Sumber: Pribadi) .....	108
Gambar 4.27. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	109
Gambar 4.28. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	109

Gambar 4.29. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	111
Gambar 4.30. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	112
Gambar 4.31. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	113
Gambar 4.32. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	113
Gambar 4.33. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	115
Gambar 4.34. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	116
Gambar 4.35. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	117
Gambar 4.36. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	117
Gambar 4.37. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	119
Gambar 4.38. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	120
Gambar 4.39. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	121
Gambar 4.40. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	121
Gambar 4.41. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	123
Gambar 4.42. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	124
Gambar 4.43. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	125
Gambar 4.44. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	125
Gambar 4.45. Nilai Recall (Sumber: Pribadi) .....	127
Gambar 4.46. Hasil Evaluasi Data Training (Sumber: Pribadi) .....	128
Gambar 4.47. Kurva nilai F1 dan <i>precision</i> terhadap nilai <i>confidence</i> (Sumber: Pribadi) .....	129
Gambar 4.48. Matrix Confusion (Sumber: Pribadi) .....	129

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Ilham Wibawa Kusumah Dinata

NIM : 55422110002

Program : Magister Teknik Elektro

Dengan judul “Peningkatan Akurasi, Presisi Dan Sensitifitas Face Detection Multi Class Pada Alat Pelindung Diri Dengan Metode Algoritma YOLOv7” telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 06 Juli 2024 didapatkan nilai presentase sebesar 25%.

Jakarta,

Administratur Turnitin



Saras Nur Praticha, S.Psi., M.M.