



**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK
DETEKSI ALAT PELINDUNG DIRI DENGAN
MODEL ALGORITMA YOLOV5**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

FAJAR FATURACHMAN

55420120012

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2023



**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK
DETEKSI ALAT PELINDUNG DIRI DENGAN
MODEL ALGORITMA YOLOV5**

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Elektro**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
FAJAR FATURACHMAN
55420120012

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

Judul : Implementasi Deep Learning untuk Deteksi Alat
pelindung diri dengan Model Algoritma YOLOv5
Nama : Fajar Faturachman
NIM : 55420120012
Program : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 23 Februari 2023

Mengesahkan

Pembimbing



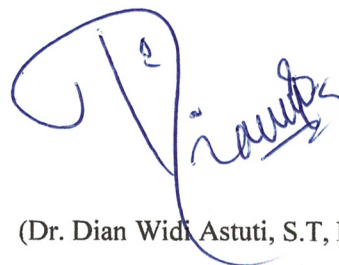
(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M. Eng)

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)



(Dr. Dian Widi Astuti, S.T, M.T)

PERNYATAAN SIMILARITY CHEK

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

Nama : Fajar Faturachman
NIM : 55420120012
Program : Magister Teknik Elektro

Dengan judul “Implementasi Deep Learning untuk Deteksi Alat pelindung diri dengan Model Algoritma Yolov5” telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 23 Februari 2023 didapatkan nilai presentase sebesar 18%

Jakarta,

Administratror Turnitin



Miyono, S.Kom

LEMBAR PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar benarnya bahwa semua pernyataan dala tesis ini:

Judul : Implementasi Deep Learning untuk Deteksi Alat pelindung diri dengan Model Algoritma Yolov5
Nama : Fajar Faturachman
NIM : 55420120012
Program : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 23 Februari 2023

Merupakan asli studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Teknis Elektro Universitas Mercu Buana. Karya ilmiah ini belum pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahanya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat di periksa kebenarannya.

Demikianlah pernyaaan ini saya buat denan sebenarnya

Jakarta, 23 Februari 2023



Fajar Faturachman

KATA PENGANTAR

Rasa Puji dan bersyukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas Rahmat dan Karunia, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis dengan ini dengan judul “Impelementasi Deep Learning untk Deteksi Alat pelindung diri dengan Model Algoritma Yolov5”.

Dalam penyusunan tesis ini, banyak sekali hambatan juga rintangan yang penulis hadapi. Namun penulis mendapatkan dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak 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 kepada hamba-nya.
2. Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan juga kekuatan untuk menyelesaikan penulisan ini
3. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M. Eng selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan dukungan dan bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan selama penyusunan penelitian dan penulisan tesis ini.
4. Bapak 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.
5. Ibu Dr. Dian Widi Astuti selaku ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, yang telah arahan , dukungan , dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.

6. Rekan-rekan Magister Teknis Elektro 28 dan pihak pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang bersedia meluangkan waktunya tanpa kontribusinya penelitian 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, 25 Desember 2022

UNIVERSITAS Fajar Faturachman
MERCU BUANA

ABSTRAK

Penggunaan alat pelindung diri atau APD merupakan kewajiban bagi para pekerja di dunia industri konstruksi, sesuai dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.08/MEN/VII/2010 tentang penggunaan alat pelindung diri. Penerapan teknologi kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin untuk keamanan bangunan semakin meningkat. Perkembangan teknologi dalam dunia deteksi objek sudah sampai tahap menyamai kinerja alat panca indera manusia, *You Only Look Once* atau disebut Yolo secara filosofi bisa mendeteksi objek dengan sekali lihat dengan model Convolutional Neural Network dengan metode yang efektif dan efisien, YOLOv5 merupakan versi ke 5 dari Yolo yang memiliki arsitektur yang mampu menghasilkan akurasi yang lebih baik dari versi sebelumnya. Sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah YOLO (You Only Look Once) versi 5. Penelitian ini akan membahas tentang implementasi Model Algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi Alat pelindung Diri, Objek yang akan dideteksi adalah perangkat Alat Pelindung Diri, yaitu Helm Pengaman, Kacamata Pengaman, Masker dan Penutup Telinga. Hasil Penelitian dapat disimpulkan nilai akurasi saat pengujian mendapatkan nilai yang cukup baik yaitu 94% pada deteksi Alat Pelindung Diri dengan Model YOLOv5x dengan Batch 160 dan Epoch Sebanyak 300.

Kata kunci: Pengolahan Citra Digital, Alat Pelindung Diri , YOLOv5

ABSTRACT

The use of personal protective equipment or PPE is an obligation for workers in the construction industry, in accordance with the Regulation of the Minister of Manpower and Transmigration of the Republic of Indonesia Number Per.08/MEN/VII/2010 concerning the use of personal protective equipment. The application of artificial intelligence and machine learning technologies to building security is increasing. Technological developments in the world of object detection have reached the stage of matching the performance of human sensory organs. You Only Look Once or called Yolo, philosophically, can detect objects with one look using the Convolutional Neural Network model with an effective and efficient method. Yolov5 is the 5th version of Yolo which has an architecture capable of producing better accuracy than the previous version. So that the method used in this study is YOLO (You Only Look Once) version 5. This research will discuss the implementation of the YOLOv5 Algorithm Model to detect Personal Protective Equipment, the object to be detected is a Personal Protective Equipment device in accordance with the Minister of Manpower Regulations. and Transmigration of the Republic of Indonesia, namely Safety Helmets, Safety Goggles, Masks and Earmuffs. The results of the study can be concluded that the accuracy value when testing gets a fairly good value, namely 94% in the detection of Personal Protective Equipment with the YOLOv5x Model with a Batch of 160 and an Epoch of 300.

Keywords: Digital Image Processing, Personal Protective Equipment, YOLOv5

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN SIMILARITY CHEK.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Batasan Masalah	6
1.5. Kontribusi	6
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II.....	8
2.1. Rancangan Penelitian.....	8
2.2. Alat pelindung diri	11
2.3. Artifial Inteligence	12
2.3.1. Neural Network.....	15
2.3.1.1. Activation Function.....	16
2.3.1.2. Feedforward Neural Network	17
2.3.1.3. Convolution Neural Network (CNN).....	18
2.3.1.4. Computer Vision	23
2.4. YOLO	24
2.4.1. Confusion Matrix	27

2.4.2. Batch Size	29
2.4.3. Epoch	29
2.5. Perkembangan YOLO.....	29
2.5.1. Yolov1.....	29
2.5.2. Yolov2.....	31
2.5.3. Yolov3.....	33
2.5.4. Yolov4.....	36
2.5.5. Yolov5.....	37
A. Tipe YOLO v5.....	42
2.6. Google Colaboratory.....	42
2.7. Python	43
2.8. Open Labelling.....	44
2.9. Dataset.....	45
2.9.1. Karakteristik Data	46
2.9.2. Data Augmentation	46
BAB III.....	49
3.1. Kebutuhan Sistem	49
3.1.1. Lingkup Pengembangan Sistem	49
3.1.2. Metodologi	50
3.1.3. Konsep Sistem.....	51
3.2. Dataset.....	53
3.2.1. Perancangan dataset	53
3.2.2. Pengumpulan Data	53
3.2.3. Pembagian Data	59
3.3. Anotasi Data.....	61
1.4 Training dengan Yolov5	65
1.4.1 Mempersiapkan Code	65
1.4.2 Mengubah Format Anotasi Data ke Yolov5 format.....	66
1.4.3 Format Anotasi Yolov5	67
1.4.4 Train Dataset.....	68
1.4.5 Test Dataset.....	68
BAB IV	70
4.1. Hasil Tahap Pelatihan	70
4.1.1. Yolov5N.....	70
4.1.2. Yolov5S	71

4.1.3.	Yolov5M.....	73
4.1.4.	Yolov5L.....	74
4.1.5.	Yolov5X.....	75
4.2.	Hasil Pengujian.....	77
4.2.1.	Yolov5n.....	77
4.2.2.	Yolov5s.....	89
4.2.3.	Yolov5m.....	102
4.2.4.	Yolov5L.....	116
4.2.5.	Yolov5X.....	129
4.3.	Analisa Pengujian.....	142
4.3.1.	Perbandingan Akurasi pada Weights Training Yolov5.....	142
4.3.2.	Perbandingan Akurasi pada jurnal penelitian.....	144
BAB V.....		146
5.1.	Kesimpulan.....	146
5.2.	Saran.....	147
DAFTAR PUSTAKA.....		148
LAMPIRAN.....		179



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kecelakaan Kerja Indonesia	2
Gambar 2.1 Road Map Penelitian	9
Gambar 2.2 Alat pelindung diri	20
Gambar 2.3 Ilustrasi atribut x, y, tinggi dan lebar sebuah bounding box	32
Gambar 2.4. Arsitektur Yolov1	36
Gambar 2.5 Arsitektur Yolov2.....	40
Gambar 2.6 Arsitektur Yolov3.....	42
Gambar 2.7 Arsitektur Yolov4.....	44
Gambar. 2.8 Arsitektur Yolov5.....	48
Gambar. 2.9 Tipe Yolov5.....	49
Gambar 2.10 Google Colaboration	50
Gambar 2.11 Open Labelling Tool	51
Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian	54
Gambar 3. 2 Diagram Konsep Sistem.....	55
Gambar 3. 3 Rancangan Dataset	56
Gambar 3. 4 Data Yang Akan Digunakan.....	62
Gambar 3. 5 Anotasi Data	65
Gambar 3.6 Membuka Open Labeling.....	66
Gambar 3.7 Pembuatan Anotasi dengan Open Labeling	67
Gambar 3. 8 Fatur_Dataset	69
Gambar 3. 9 Environment	70
Gambar 3. 10 Cloning Yolov5	72

Gambar 3.11 Zip Fatur _Dataset.....	72
Gambar 3. 12 Susunan folder.....	73
Gambar 3. 13 Import Modules	74
Gambar 3. 14 Format Anotasi Yolov5	77
Gambar 3. 15 Anotasi Yang Sesuai Dengan Format Yolov5	88
Gambar 3.16 Training Yolov5n Batch 160 Epoch 300	90
Gambar 3.17 Training Yolov5n Batch 160 Epoch 500	90
Gambar 3.18 Training Yolov5s Batch 160 Epoch 300.....	91
Gambar 3.19 Training Yolov5s Batch 160 Epoch 500.....	91
Gambar 3.20 Training Yolov5m Batch 160 Epoch 300	92
Gambar 3.21 Training Yolov5m Batch 160 Epoch 500	92
Gambar 3.22 Training Yolov5l Batch 160 Epoch 300	93
Gambar 3.23 Training Yolov5l Batch 160 Epoch 500	93
Gambar 3.24 Training Yolov5x Batch 160 Epoch 300	94
Gambar 3.25 Training Yolov5x Batch 160 Epoch 500	94
Gambar 3.26 Test Yolov5n Batch 160 Epoch 300	95
Gambar 3.27 Test Yolov5n Batch 160 Epoch 500	96
Gambar 3.28 Test Yolov5s Batch 160 Epoch 300.....	96
Gambar 3.29 Test Yolov5s Batch 160 Epoch 500.....	97
Gambar 3.30 Test Yolov5m Batch 160 Epoch 300	97
Gambar 3.31 Test Yolov5m Batch 160 Epoch 500	98
Gambar 3.32 Test Yolov5l Batch 160 Epoch 300	98
Gambar 3.33 Test Yolov5l Batch 160 Epoch 500	99

Gambar 3.34 Test Yolov5x Batch 160 Epoch 300	99
Gambar 3.35 Test Yolov5x Batch 160 Epoch 500	100
Gambar 4.1 Nilai Recall	105
Gambar 4.2 Hasil Evaluasi Data Training	105
Gambar 4.3 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	106
Gambar 4.4 Matrix Confusion	106
Gambar 4.5 Batch 160 Yolov5n Epoch 300	108
Gambar 4.6 Pendeteksian pada Yolov5n Batch 160 Epoch 300.....	111
Gambar 4.7 Nilai Recall.....	111
Gambar 4.8 Hasil Evaluasi Data Training	112
Gambar 4.9 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	112
Gambar 4.10 Matrix Confusion	112
Gambar 4.11 Batch 160 Yolov5n Epoch 500	114
Gambar 4.12 Pendeteksian pada Yolov5n Batch 160 Epoch 500.....	117
Gambar 4.13 Nilai Recall.....	118
Gambar 4.14 Hasil Evaluasi Data Training	118
Gambar 4.15 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai.....	119
Gambar 4.16 Matrix Confusion	119
Gambar 4.17 Batch 160 Yolov5s Epoch 300.....	121
Gambar 4.18 Pendeteksian pada Yolov5s Batch 160 Epoch 300	124
Gambar 4.19 Nilai Recall.....	124
Gambar 4.20 Hasil Evaluasi Data Training	125
Gambar 4.21 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	125
Gambar 4.22 Matrix Confusion	125

Gambar 4.23 Batch 160 Yolov5s Epoch 500.....	127
Gambar 4.24 Pendeteksian pada Yolov5s Batch 160 Epoch 500	130
Gambar 4.25 Nilai Recall.....	131
Gambar 4.26 Hasil Evaluasi Data Training	131
Gambar 4.27 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai.....	132
Gambar 4.28 Matrix Confusion	132
Gambar 4.29 Batch 160 Yolov5m Epoch 300	134
Gambar 4.30 Pendeteksian pada Yolov5m Batch 160 Epoch 300.....	137
Gambar 4.31 Nilai Recall.....	137
Gambar 4.32 Hasil Evaluasi Data Training	138
Gambar 4.33 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	138
Gambar 4.34 Matrix Confusion	139
Gambar 4.35 Batch 160 Yolov5m Epoch 500	140
Gambar 4.36 Pendeteksian pada Yolov5m Batch 160 Epoch 500.....	143
Gambar 4.37 Nilai Recall.....	144
Gambar 4.38 Hasil Evaluasi Data Training	144
Gambar 4.39 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	145
Gambar 4.40 Matrix Confusion	145
Gambar 4.41 Batch 160 Yolov5l Epoch 300	147
Gambar 4.42 Pendeteksian pada Yolov5l Batch 160 Epoch 300.....	150
Gambar 4.43 Nilai Recall.....	151
Gambar 4.44 Hasil Evaluasi Data Training	151
Gambar 4.45 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	152

Gambar 4.46 Matrix Confusion	152
Gambar 4.47 Batch 160 Yolov5l Epoch 500	153
Gambar 4.48 Pendeteksian pada Yolov5l Batch 160 Epoch 500.....	157
Gambar 4.49 Nilai Recall.....	158
Gambar 4.50 Hasil Evaluasi Data Training	158
Gambar 4.51 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	159
Gambar 4.52 Matrix Confusion	159
Gambar 4.53 Batch 160 Yolov5x Epoch 300	161
Gambar 4.54 Pendeteksian pada Yolov5x Batch 160 Epoch 300.....	164
Gambar 4.55 Nilai Recall	164
Gambar 4.56 Hasil Evaluasi Data Training	165
Gambar 4.57 Kurfa Nilai F1 dan Precision terhadap nilai Confidence	165
Gambar 4.58 Matrix Confusion	166
Gambar 4.59 Batch 160 Yolov5x Epoch 500	167
Gambar 4.60 Pendeteksian pada Yolov5x Batch 160 Epoch 500.....	171

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Jurnal	10
Tabel 3. 1 Specifications	57
Tabel 3. 2 Kategori dan Klasifikasi Kepala	62
Tabel 3. 3 Pembagian Data Training, Data Validation Dan Data Testing.....	63
Tabel 3.4 Anotasi Data	75
Tabel 3. 5 Fungsi mengambil data dari format anotasi.....	78
Tabel 3. 6 Mengklasifikasikan Clases	81
Tabel 3. 7 Melihat Anotasi Data	83
Tabel 3. 8 Mengubah format anotasi.....	85
Tabel 3. 9 Split Dataset	89
Tabel 4.1 Perbandingan mAP tiap Weights pada training Yolov5n	101
Tabel 4.2 Perbandingan mAP tiap Weights pada training Yolov5s.....	102
Tabel 4.3 Perbandingan mAP tiap Weights pada training Yolov5m	103
Tabel 4.4 Perbandingan mAP tiap Weights pada training Yolov5l.....	103
Tabel 4.5 Perbandingan mAP tiap Weights pada training Yolov5x	104