

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM DETEKSI OBJEK SECARA *REAL-TIME*
MENGUNAKAN METODE YOLO (*You Only Look Once*) PADA ROBOT
AL-MUBAROK_MK4**



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Lutfi Aziz

NIM : 20160120107

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah tugas akhir “Perancangan Sistem Deteksi Objek Secara *Real-time* Menggunakan Metode YOLO (*You Only Look Once*) Pada Robot AI-Mubarak_MK4” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis.

Lampung, 04 Juli 2020

Penulis



Muhammad Lutfi Aziz

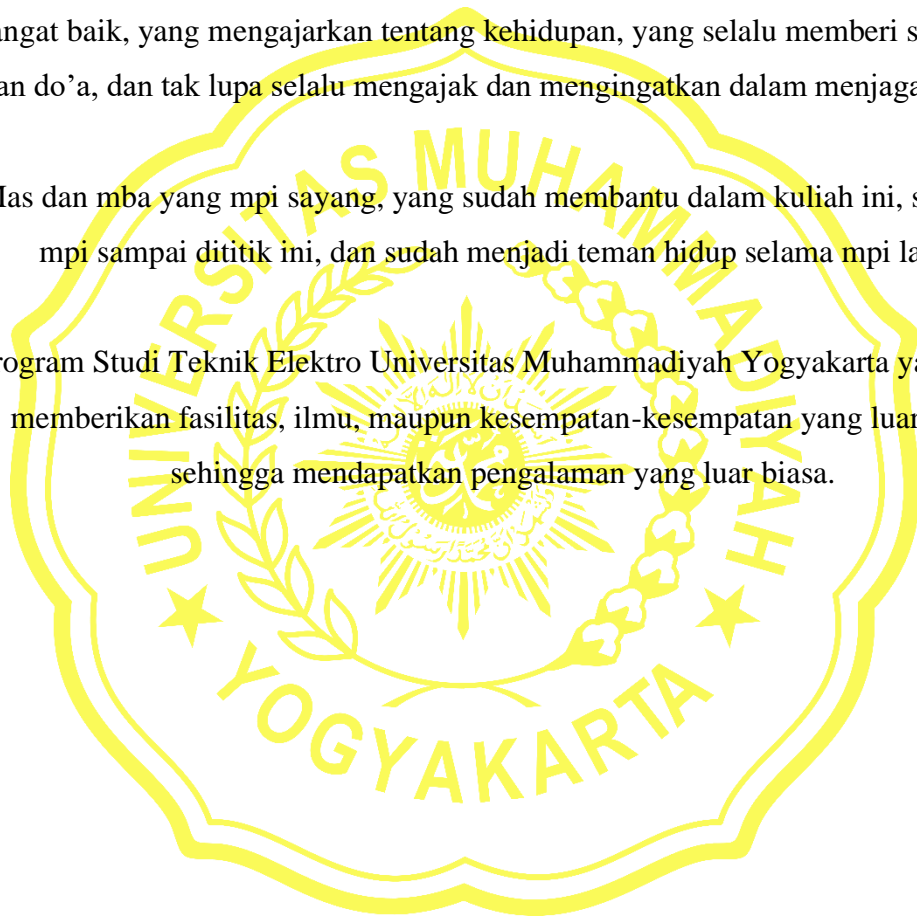
HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk Allah Subhanahu Wata'ala dan Rasulullah Shallallohu 'Alaihi Wasallam yang telah memberikan kesempatan dan jalan yang baik, dengan harap keberkahan dan manfaat ilmu dari-Nya

Kepada kedua orang tua tercinta bapak dan mamak yang telah mendidik mpi sangat baik, yang mengajarkan tentang kehidupan, yang selalu memberi semangat dan do'a, dan tak lupa selalu mengajak dan mengingatkan dalam menjaga ibadah.

Mas dan mba yang mpi sayang, yang sudah membantu dalam kuliah ini, sehingga mpi sampai dititik ini, dan sudah menjadi teman hidup selama mpi lahir.

Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas, ilmu, maupun kesempatan-kesempatan yang luar biasa sehingga mendapatkan pengalaman yang luar biasa.



MOTTO

Era Et Labora (Berdoa dan Berusaha)

Mataa Kaman (Kapan Lagi)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (Q.S. Al-Insyirah : 6)



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah Subhanallahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat, rahman dan rahim-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Perancangan Sistem Deteksi Objek Secara *Real-time* Menggunakan Metode YOLO (You Only Look Once) Pada Robot Al-Mubarak_MK4**. Sholawat serta salam kita curahkan kepada baginda Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam yang telah membawa umat manusia dari zaman jahilliyah ke zaman terang benderang dan hanya beliaulah yang dapat memberi syafa'at kepada kita semua sebagai umatnya.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam menyusun tugas akhir ini, peran dari orang tua dan lingkungan sekitar berpengaruh dalam proses penyusunan dan pelaksanaan hingga tugas akhir ini dapat selesai dikerjakan. Oleh karena itu, penulis pada kesempatan ini akan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak tercinta yang telah mengajarkan bagaimana rasanya berproses, dan semoga Allah menerima bapak disisi-Nya dengan sebaik-baiknya.
2. Mamak tersayang yang tangguh, yang kuat, yang selalu senantiasa memberikan hal terbaik buat anaknya walupun bapak sudah mendahului kita semua, semoga Allah memberikan balasan yang terbaik.
3. Mas Imul, Mas Yudi, Mba Neni, Mba Mila dan Mas Cuan yang telah mendukung dan membantu selama kuliah, dan selalu memberi semangat dan nasihat yang luar biasa baiknya.
4. Bapak DR. Ramdhoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan dan membantu selama berproses di Teknik Elektro.

5. Bapak Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I dan dosen pendamping lomba apapun yang penulis ikuti, yang telah membantu dan membagi pengalaman serta ilmu selama kuliah maupun tugas akhir ini.
6. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan membantu dalam proses tugas akhir dan membagi ilmunya selama kuliah.
7. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji, yang telah membantu dalam proses pengujian sidang tugas akhir dan telah membagi ilmunya selama kuliah.
8. Staff laboratorium Teknik Elektro UMY Bapak Indri, Bapak Wastik, Bapak Nurhidayat, Mas Ahdi yang telah membantu berproses di laboratorium
9. Seluruh Dosen dan Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro UMY.
10. Jand Sand (Asti Astutiningtyas) yang selalu menyemangati, mengingatkan, pengertian dan selalu menemani saya dalam keadaan apapun sejak masih di bangku SMP.
11. Penghuni grup Sarangeo yaitu Faisal Hanifan Ma'ruf yang sudah pindah ke UNS, Ilham Egi Anshori, Novian Dwi Payana, Isna M. Robby S. yang telah menjadi sahabat pertama saya dijogja dan selalu membawa kejalan yang benar dan tak benar, dan tempat perpinjaman DUIT.
12. Sahabat Wacana yaitu Robby, Pay, Gilang, Lentera, dan Indah yang telah selalu memberikan semangat dan bantuan.
13. Seluruh Tim Al-Mubarak yang telah berjuang bersama.
14. Teman-teman MRC (Microcontroller and Robotic Club) yang telah berbagi pengalaman dan cerita.
15. theProject Team yaitu ibnu dan mas Sabda, yang sudah saling *sharing* ilmu dan pengalaman.
16. Teman seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2016.
17. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis secara langsung atau tidak.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pembuatan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik dari semua pihak. Dan semoga naskah tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam dunia ilmu pengetahuan bagi pembaca maupun bagi penulis sendiri. Akhir kata penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan penulisan maupun cara berfikir, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah, dan kesalahan datang dari diri penulis sendiri.

Lampung, Juli 2020



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xx
INTISARI.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjaun Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI).....	13

2.2.2	Pengolahan Citra Digital	16
2.2.3	Jenis-Jenis Citra Digital	17
2.2.4	<i>Thresholding</i>	19
2.2.5	Python	20
2.2.6	OpenCV.....	22
2.2.7	TensorFlow	23
2.2.8	YOLO (You Only Look Once)	24
2.2.9	<i>Color Tracking</i>	26
2.2.10	mAP (mean Average Precision).....	27
2.2.11	<i>White Balance</i>	31
2.2.12	Kamera Logitech B525 HD Webcam	33
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	34
3.2	Konsep Penelitian.....	37
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.4	Objek Penelitian	39
3.5	Analisis Kebutuhan	39
3.5.1	Perangkat keras	39
3.5.2	Perangkat lunak.....	41
3.6	Perlakuan Pengambilan Dataset	41
3.7	Desain Sistem	44
3.7.1	Skematik sistem training.....	44
3.7.2	Sistem <i>training</i>	45
3.7.3	Desain sistem program.....	53
3.8	Perlakuan Pengujian Pengambilan Data.....	59

3.8.1	Perlakuan pengujian pengambilan data secara <i>offline</i>	59
3.8.2	Perlakuan pengujian pengambilan data secara <i>real-time</i>	69
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		74
4.1	Hasil Training.....	74
4.2	Hasil Evaluasi.....	75
4.3	Pengujian Validasi Set.....	78
4.4	Pengujian Test Set	81
4.5	Pengujian Program Pengolah Data secara <i>Offline</i>	82
4.5.1	Pengujian program metode YOLO (<i>you only look once</i>).....	82
4.5.2	Pengujian Program Metode <i>Color Tracking</i>	124
4.6	Pengujian Program Pengolah Data secara <i>Real-time</i>	151
BAB V PENUTUP		162
5.1	Kesimpulan.....	162
5.2	Saran	163
DAFTAR PUSTAKA		164
LAMPIRAN.....		166

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Lapangan VTOL.....	13
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Dropzone</i>	14
Gambar 2.3 Robot AI-Mubarak_MK4.....	15
Gambar 2.4 Sistem Koordinat yang dipergunakan untuk mewakili citra	17
Gambar 2.5 Citra Biner dan Representasinya dalam Data Digital.....	18
Gambar 2.6 Citra grayscale dengan nilai piksel antara 0 sampai dengan 255	18
Gambar 2.7 Citra Warna sebagai Komponen Spesifik R,G,B	19
Gambar 2.8 Hasil <i>Thresholding</i>	20
Gambar 2.9 Logo Bahasa Pemograman Python	20
Gambar 2.10 Gambar Logo Pip Python.....	21
Gambar 2.11 Logo Library NumPy	21
Gambar 2.12 Logo Library Matplotlib.....	22
Gambar 2.13 Logo Software OpenCV	22
Gambar 2.14 Logo TensorFlow	24
Gambar 2.15 Arsitektur lapisan YOLO	25
Gambar 2.16 Diagram alir training YOLO	26
Gambar 2.17 Rumus Mendapatkan Nilai HSV	27
Gambar 2.18 Definisi IoU.....	28
Gambar 2.19 Contoh Kurva precision-recall	29
Gambar 2.20 Contoh Kurva mAP.....	30
Gambar 2.21 Contoh Kurva Keberhasil Prediksi Deteksi	30
Gambar 2.22 White Balance Setting.....	31
Gambar 2.23 Mode White Balance.....	32
Gambar 2.24 Nilai Temperature Warna.....	33
Gambar 2.25 Logitech B525 HD Webcam	33
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Konsep Penelitian	37
Gambar 3.3 Diagram Alur Pengambilan Dataset.....	41

Gambar 3.4 Tampilan Layar Seting Open Camera.....	42
Gambar 3.5 Proses Perlakuan Pengambilan Video.....	42
Gambar 3.6 <i>Skematik proses pelatihan/training dataset</i>	44
Gambar 3.7 GUI pada LabelImg dan Anotasi Citra	46
Gambar 3.8 Perintah Opsi/Argumen untuk Pelatihan.....	48
Gambar 3.9 Proses pelatihan.....	48
Gambar 3.10 Grafik Epoch	49
Gambar 3.11 Skematik Proses mAP	51
Gambar 3.12 <i>Flowchart</i> Perancangan Program YOLO.....	54
Gambar 3.13 <i>Flowchart</i> Perancangan Program <i>Color Tracking</i>	57
Gambar 3.14 Skematik Pengambilan Data secara <i>Offline</i>	60
Gambar 3.15 Hasil Sebelum dan Sesudah Kalibrasi Nilai HSV.....	63
Gambar 3.16 Tampilan <i>Windows Shell</i> Metode YOLO.....	65
Gambar 3.17 Tampilan <i>Windows Frame</i> Metode YOLO.....	65
Gambar 3.18 Tampilan <i>Windows Shell</i> Metode <i>Color Tracking</i>	67
Gambar 3.19 Tampilan <i>Windows Shell</i> Metode <i>Color Tracking</i>	67
Gambar 3.20 Skematik Sistem Deteksi Objek secara Real-time	70
Gambar 3.21 Skrip <i>Error</i> pada Resolusi Kamera	71
Gambar 3.22 Proses Perlakuan Pengambilan Citra secara <i>Real-time</i>	72
Gambar 4.1 Beberapa Hasil Training Disetiap <i>Checkpoint</i>	74
Gambar 4.2 Hasil Training <i>Checkpoint</i> terakhir.....	75
Gambar 4.3 Grafik Hasil Keberhasilan mAP 23750.....	77
Gambar 4.4 Grafik Hasil Kepresisian dan Ingatan Bobot Latih	77
Gambar 4.5 Perbandingan Nilai Ambang Batas pada Citra pagi_lap 0165.jpg....	80
Gambar 4.6 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editpagi_640_auto.avi ".....	89
Gambar 4.7 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editpagi_640_auto.avi ".....	89
Gambar 4.8 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editpagi_640_auto.avi".....	90

Gambar 4.9 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsiang_640_auto.mp4"	90
Gambar 4.10 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsiang_640_auto.mp4"	91
Gambar 4.11 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsiang_640_auto.mp4"	91
Gambar 4.12 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editsore_680_auto.mp4"	92
Gambar 4.13 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editsore_680_auto.mp4"	92
Gambar 4.14 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsore_680_auto.mp4"	93
Gambar 4.15 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editpagi_758_auto.mp4"	93
Gambar 4.16 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editpagi_758_auto.mp4"	94
Gambar 4.17 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editpagi_758_auto.mp4"	94
Gambar 4.18 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsiang_758_auto.mp4"	95
Gambar 4.19 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsiang_758_auto.mp4"	95
Gambar 4.20 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsiang_758_auto.mp4"	96
Gambar 4.21 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsore_758_auto.mp4"	96
Gambar 4.22 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsore_758_auto.mp4"	97
Gambar 4.23 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> "editsore_758_auto.mp4"	97

Gambar 4.24 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editpagi_640_5751.avi"	101
Gambar 4.25 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editpagi_640_5751.avi"	102
Gambar 4.26 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editpagi_640_5751.avi"	102
Gambar 4.27 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsiang_640_57751.mp4"	103
Gambar 4.28 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsiang_640_57751.mp4"	103
Gambar 4.29 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5771 Kelvin</i> " editsiang_640_57751.mp4"	104
Gambar 4.30 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsore_680_5751.mp4.mp4"	104
Gambar 4.31 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsore_680_5751.mp4.mp4"	105
Gambar 4.32 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsore_680_5751.mp4.mp4"	105
Gambar 4.33 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editpagi_758_5751_coba.mp4"	106
Gambar 4.34 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editpagi_758_5751_coba.mp4"	106
Gambar 4.35 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editpagi_758_5751_coba.mp4"	107
Gambar 4.36 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsiang_758_5751.mp4"	107
Gambar 4.37 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsiang_758_5751.mp4"	108
Gambar 4.38 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsiang_758_5751.mp4"	108

Gambar 4.39 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsore_758_5751.mp4"	109
Gambar 4.40 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsore_758_5751.mp4"	109
Gambar 4.41 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 Kelvin</i> " editsore_758_5751.mp4"	110
Gambar 4.42 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editpagi_640_6000.avi"	113
Gambar 4.43 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editpagi_640_6000.avi"	114
Gambar 4.44 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editpagi_640_6000.avi"	114
Gambar 4.45 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsiang_640_6000_coba.mp4"	115
Gambar 4.46 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsiang_640_6000_coba.mp4"	115
Gambar 4.47 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsiang_640_6000_coba.mp4"	116
Gambar 4.48 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsore_680_6000.mp4"	116
Gambar 4.49 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsore_680_6000.mp4"	117
Gambar 4.50 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsore_680_6000.mp4"	117
Gambar 4.51 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editpagi_758_6000.mp4"	118
Gambar 4.52 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editpagi_758_6000.mp4"	118
Gambar 4.53 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editpagi_758_6000.mp4"	119

Gambar 4.54 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsiang_758_6000_c.mp4"	119
Gambar 4.55 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsiang_758_6000_c.mp4"	120
Gambar 4.56 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsiang_758_6000_c.mp4"	120
Gambar 4.57 Hasil Deteksi YOLO pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsore_758_6000.mp4"	121
Gambar 4.58 Hasil Deteksi YOLO 0.1 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsore_758_6000.mp4"	121
Gambar 4.59 Hasil Deteksi YOLO 0.2 pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin</i> " editsore_758_6000.mp4"	122
Gambar 4.60 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editpagi_640_auto.avi"	131
Gambar 4.61 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editsiang_640_auto.mp4"	132
Gambar 4.62 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editsore_680_auto.mp4"	132
Gambar 4.63 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editpagi_758_auto.mp4"	133
Gambar 4.64 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editsiang_758_auto.mp4"	133
Gambar 4.65 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance Auto</i> " editsore_758_auto.mp4"	134
Gambar 4.66 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 kelvin</i> " editpagi_640_5751.avi"	137
Gambar 4.67 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 kelvin</i> " editsiang_640_57751.mp4"	138
Gambar 4.68 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 5751 kelvin</i> " editsore_680_5751.mp4"	138

Gambar 4.69 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 kelvin " editpagi_758_5751_coba.mp4"</i>	139
Gambar 4.70 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 kelvin " editsiang_758_5751.mp4"</i>	139
Gambar 4.71 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 5751 kelvin " editsore_758_5751.mp4"</i>	140
Gambar 4.72 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin " editpagi_640_6000.avi"</i>	143
Gambar 4.73 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin " editsiang_640_6000_coba.mp4"</i>	144
Gambar 4.74 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 640x480 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin " editsore_680_6000.mp4"</i>	144
Gambar 4.75 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin " editpagi_758_6000.mp4"</i>	145
Gambar 4.76 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin " editsiang_758_6000_c.mp4"</i>	145
Gambar 4.77 Hasil Deteksi <i>Color Tracking</i> pada resolusi 752x416 menggunakan <i>White Blance 6000 Kelvin " editsore_758_6000.mp4"</i>	146
Gambar 4.78 Hasil Deteksi Metode YOLO pada Waktu Pagi dengan Ketinggian $\pm 150\text{cm}$	153
Gambar 4.79 Hasil Deteksi Metode YOLO pada Waktu Pagi dengan Ketinggian $\pm 180\text{cm}$	154
Gambar 4.80 Hasil Deteksi Metode YOLO pada Waktu Siang dengan Ketinggian $\pm 150\text{cm}$	156
Gambar 4.81 Hasil Deteksi Metode YOLO pada Waktu Siang dengan Ketinggian $\pm 180\text{cm}$	157
Gambar 4.82 Hasil Deteksi Metode YOLO pada Waktu Sore dengan Ketinggian $\pm 150\text{cm}$	159
Gambar 4.83 Hasil Deteksi Metode YOLO pada Waktu Sore dengan Ketinggian $\pm 180\text{cm}$	160

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	10
Tabel 3.1 Spesifikasi komputer untuk men-training dataset.....	40
Tabel 3.2 Spesifikasi laptop untuk penguji deteksi objek.....	40
Tabel 3.3 Spesifikasi kamera pengambilan dan pengujian data	40
Tabel 3.4 Spesifikasi kamera pengambilan dataset.....	41
Tabel 3.5 Aplikasi Konverter.....	43
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi mAP pada Bobot Latih	76
Tabel 4.2 Hasil Nilai Prediksi Ambang Batas	79
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Test Set	82
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Video Penuh secara Offline pada white balance AUTO, dan resolusi 640x480.....	83
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Video Penuh secara Offline pada white balance AUTO, dan resolusi 752x416.....	83
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751kelvin</i> , dan resolusi 640x480	84
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751kelvin</i> , dan resolusi 752x416	84
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751kelvin</i> , dan resolusi 640x480	85
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000kelvin</i> , dan resolusi 752x416	85
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance AUTO</i> , dan resolusi 640x480	87
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance AUTO</i> , dan resolusi 752x416	87
Tabel 4.12 Rata-rata Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Nilai Ambang Batas Metode YOLO Mode <i>White Balance Auto</i>	98

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751kelvin</i> , dan resolusi 640x480	100
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751kelvin</i> , dan resolusi 752x416	100
Tabel 4.15 Rata-rata Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Nilai Ambang Batas Metode YOLO Mode WB 5751 Kelvin.....	111
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000kelvin</i> , dan resolusi 640x480	112
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Metode YOLO pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000kelvin</i> , dan resolusi 752x416	112
Tabel 4.18 Rata-rata Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Nilai Ambang Batas Metode YOLO Mode WB 6000 Kelvin.....	123
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Rekaman Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance AUTO</i> , dan resolusi 640x480	126
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Rekaman Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance AUTO</i> , dan resolusi 752x416	126
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Rekaman Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751 Kelvin</i> , dan resolusi 640x480 ...	127
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Rekaman Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751 Kelvin</i> , dan resolusi 752x416 ...	127
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Rekaman Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000 Kelvin</i> , dan resolusi 640x480 ...	128
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Rekaman Video Penuh secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000 Kelvin</i> , dan resolusi 752x416 ...	128
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance Auto</i> , dan resolusi 640x480	130
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance Auto</i> , dan resolusi 752x416	130
Tabel 4.27 Rata-rata Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Waktu Metode <i>Color Tracking Mode Auto</i>	135

Tabel 4.28 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751 Kelvin</i> , dan resolusi 640x480	136
Tabel 4.29 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 5751 Kelvin</i> , dan resolusi 752x416	136
Tabel 4.30 Rata-rata Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Waktu Metode <i>Color Tracking</i> Mode 5751 Kelvin	141
Tabel 4.31 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000 Kelvin</i> , dan resolusi 640x480	142
Tabel 4.32 Hasil Pengujian Metode <i>Color Tracking</i> pada Data Edit Video secara <i>Offline</i> pada <i>white balance 6000 Kelvin</i> , dan resolusi 752x416	142
Tabel 4.33 Rata-rata Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Waktu Metode <i>Color Tracking</i> Mode 5751 Kelvin	147
Tabel 4.34 Rata-rata Keseluruhan Pengujian Tingkat Keberhasilan Deteksi Disetiap Waktu dengan Kedua Resolusi Pada Metode YOLO dan Metode <i>Color Tracking</i>	149
Tabel 4.35 Hasil Pengujian Metode YOLO secara <i>Real-time</i> Pada Waktu Pagi	152
Tabel 4.36 Hasil Pengujian Metode YOLO secara <i>Real-time</i> Pada Waktu Siang	155
Tabel 4.37 Hasil Pengujian Metode YOLO secara <i>Real-time</i> Pada Waktu Sore	158