

**Implementasi Metode YOLO dan *Depth-Sensing* terhadap
Motion Tracking 3D Pendeteksian Jaga Jarak untuk Mengurangi
Risiko Penularan Virus *COVID-19***

*Diajukan Untuk Menyusun Skripsi
Di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI*



Oleh :

MUHAMMAD AGUNG HIKMATULLAH
NIM : 09021181722006

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Implementasi Metode YOLO dan *Depth-Sensing* terhadap *Motion Tracking* 3D Pendeteksian Jaga Jarak untuk Mengurangi Risiko Penularan Virus *COVID-19*

Oleh :

MUHAMMAD AGUNG HIKMATULLAH
NIM : 09021181722006

Palembang, 24 Agustus 2022

Pembimbing I



Dr. M. Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002

Pembimbing II



M. Qurhanu/Rizqie, M.T. Ph.D.
NIP. 1671060312870008

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Avi Saabrin Utami, M. Kom.
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN SIDANG SKRIPSI

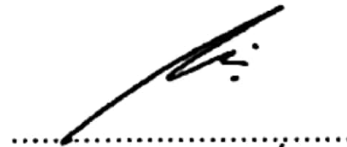
Pada hari Rabu, tanggal 27 Juli 2022 telah dilaksanakan ujian sidang skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Muhammad Agung Hikmatullah
NIM : 09021181722006
Judul : Implementasi Metode *YOLO* dan *Depth-Sensing* terhadap *Motion Tracking* 3D Pendeteksian Jaga Jarak untuk Mengurangi Resiko Penularan Virus *COVID-19*

dan dinyatakan **LULUS**.

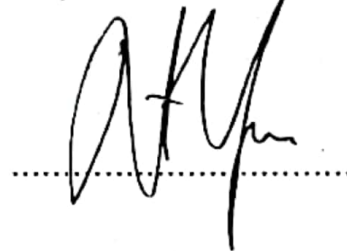
1. Ketua

Rizki Kurniati, M.T.
NIP. 199107122019032016



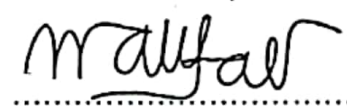
2. Penguji I

Novi Yusliani, M.T.
NIP. 198211082012122001



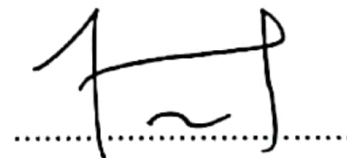
3. Penguji II

M. Naufal Rachmatullah, M.T.
NIP. 1671060112920006



4. Pembimbing I

Dr. M. Fahcurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002



5. Pembimbing II

M. Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D.
NIP. 1671060312870008



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Akhi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Agung Hikmatullah

NIM : 09021181722006

Program Studi : Teknik Informatika Reguler

Judul Skripsi : Implementasi Metode *YOLO* dan *Depth-Sensing* terhadap *Motion Tracking* 3D Pendeteksian Jaga Jarak untuk Mengurangi Resiko Penularan Virus *COVID-19*


Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 5%.

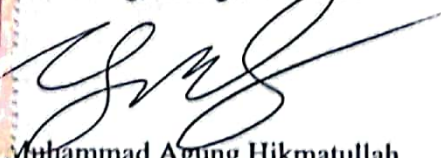
Menyatakan bahwa laporan proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/ plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/ plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 24 Agustus 2022




Muhammad Agung Hikmatullah
NIM. 09021181722006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Teori dan praktik adalah dua hal yang berbeda, maka kejarlah keduanya.”

- Muhammad Agung Hikmatullah

Kupersembahkan Karya Tulis ini kepada:

- Kedua Orang Tuaku
- Kedua Kakakku
- Keluarga Besar
- Sahabat dan Teman Seperjuangan
- Para Guru dan Dosen
- Fakultas Ilmu Komputer Universitas
Sriwijaya
- Diri sendiri

**IMPLEMENTATION OF YOLO AND DEPTH-SENSING IN MOTION
TRACKING 3D FOR DETECTING SOCIAL DISTANCING TO
MINIMIZE THE RISK OF COVID-19 INFECTION**

By:

Muhammad Agung Hikmatullah

09021181722006


ABSTRACT

The Activity of avoiding physical interaction between two people or more within 1.5 meters, known as Social Distancing, is one of many methods to prevent the spread of infectious disease. An infection rate of illness in the COVID-19 pandemic period is uncontrollable, specifically when the virus is new. Social distancing during the pandemic period has proven to minimize the infection rate of the COVID-19 virus. This research aims to create an application to detect the distance between all the people the camera sees using the YOLOv4 and the Depth-Sensing method. A challenge that needs to be faced is a condition when the computer thinks that the distance between two adjacent bounding boxes is close. But they are far apart because the first object is closer to the camera, while the second object is far behind the first object. The Depth-Sensing method detects the distance in the 3D domain using the depth similarity equations. Training and Testing of YOLOv4-tiny using CrowdHuman data shows a result of Mean Average Precision or mAP around 70.11% on CrowdHuman data and 99.40% on captured data with a training time of ± 7 hours. Meanwhile, the average frame rate score is around 23 FPS for the Apple M1 CPU and 215 FPS for Nvidia Tesla T4 GPU. Implementing a social distancing detector using the depth-sensing method gave an average accuracy of 86.39%, a precision of 81.65%, and a recall of 85.77%.

Key Word: Computer Vision, Social Distancing Detector, Social Distancing Violations, YOLOv4, YOLOv4-tiny, Depth-Sensing

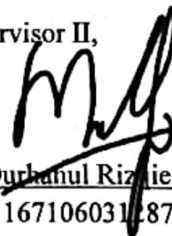
Palembang, 24th of August 2022

Supervisor I,




Dr. M. Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002

Supervisor II,



M. Qurhanul Rizal, M.T. Ph.D.
NIP. 1671060311870008

Approved by,
Head of Informatics Engineering Department



Arif Syahrini Utami, M. Kom.
NIP. 197812222006042003

**IMPLEMENTASI METODE YOLO DAN *DEPTH-SENSING* TERHADAP
MOTION TRACKING 3D PENDETEKSIAN JAGA JARAK UNTUK
MENGURANGI RESIKO PENULARAN VIRUS *COVID-19***

Oleh:

Muhammad Agung Hikmatullah

09021181722006

ABSTRAK

Social Distancing atau Jaga Jarak merupakan sebuah aktivitas antar dua individu atau lebih dalam berusaha untuk membatasi jarak fisik (1,5 m) terhadap satu sama lain serta mengurangi jumlah individu yang dapat berkumpul dalam suatu tempat yang sama dengan tujuan mencegah laju penyebaran penyakit. Tingkat penyebaran penyakit pada masa *COVID-19* sangat tidak terkontrol, terutama ketika virus tersebut baru saja ditemukan. Penerapan jaga jarak pada masa pandemi terbukti mampu mengurangi tingkat penyebaran *COVID-19*. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah aplikasi pendeteksi jaga jarak menggunakan metode YOLOv4 yang dapat digunakan di mana saja. Tantangan yang perlu dihadapi berupa kondisi di mana jarak antar objek yang dekat dari kamera dengan objek yang jauh dari kamera terdeteksi berdekatan karena *bounding box* mereka bersebelahan. Persamaan *Depth-Sensing* digunakan untuk mendeteksi jarak dalam ranah 3D. Hasil pelatihan dan pengujian model YOLOv4-*tiny* yang telah dilakukan menggunakan data *CrowdHuman*, didapatkan *Mean Average Precision* atau mAP sebesar 70,11% pada data *CrowdHuman* dan 99,40% pada data primer dengan waktu pelatihan ± 7 jam, sedangkan nilai rata-rata *framerate* sebesar 23 FPS untuk CPU Apple M1 dan 215 FPS untuk GPU Nvidia Tesla T4. Hasil deteksi penerapan jaga jarak menggunakan metode *depth-sensing* memberikan nilai rata-rata akurasi sebesar 86,39%, presisi 81,65%, dan *recall* 85,77%.

Kata Kunci: *Computer Vision*, Aplikasi Deteksi Penerapan Jaga Jarak, *Social Distancing Violations*, YOLOv4, YOLOv4-*tiny*, *Depth-Sensing*

Palembang, 24 Agustus 2022

Pembimbing I,

Dr. M. Fachrurrozi, M.T.

NIP. 198005222008121002

Pembimbing II,

M. Qurhanul Rizjie, M.T. Ph.D.

NIP. 1671060312870008

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M. Kom.

NIP. 197812222006042003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan program Strata-1 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan baik materiil dan moril selama proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan secara khusus kepada pihak yang telah membantu sebagai berikut:

1. Kedua orang tua saya Awang Ahmad Waro'i dan Zulyana, saudara-saudaraku Nurul Fajrina dan Muhammad Wahyu Ramadhan yang telah memberikan dukungan materiil dan moril serta doa dan restu yang terus menerus demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Jaidan Jauhari, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya beserta jajarannya.
3. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Muhammad Dr. Fachrurrozi, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Muhammad Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi kepada penulis dalam proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Hadipurnawan Satria, M.Sc., Ph.D., Ibu Rifka Widyastuti, M.T.I., M.I.M., dan Bapak Muhammad Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi penulis selama masa perkuliahan.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Mba Winda Kurnia Sari dan Kak Ricy Firnando selaku admin Program Studi Teknik Informatika Indralaya, kak Cokro selaku kepala admin lab

Indralaya, serta seluruh staf dan pegawai di Fakultas Ilmu Komputer yang telah membantu dalam kelancaran administrasi dan akademik selama masa perkuliahan.

8. Abi, Ahmad, Aras, Dinda, Faiz, Farhan, Hafiz, Iqbal, Revan, Ridha, Rini, Yogi serta teman-teman jurusan Teknik Informatika yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berbagi keluh kesah, motivasi, semangat, dan canda tawa selama masa perkuliahan, terutama Abi, Aras, dan Rini.
9. Pak Bayu, Pak Cipta, Kak Deni, Kak Habib, Kak Handika, Kak Sukirman, Fanny, Gege, Iqbal, Revan, Ridha, Tiwi, Toni, Mbak Nur serta teman-teman di Pusri yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberi semangat, motivasi dan canda tawa.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun akan sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian berikutnya.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, 02 Agustus 2021

Muhammad Agung Hikmatullah

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT | iv |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN..... | v |
| ABSTRACT | vi |
| ABSTRAK | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | I-1 |
| 1.1 Pendahuluan | I-1 |
| 1.2 Latar Belakang | I-1 |
| 1.3 Rumusan Masalah | I-3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | I-3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | I-4 |
| 1.6 Batasan Masalah..... | I-4 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | I-5 |
| 1.8 Kesimpulan..... | I-6 |
| | |
| BAB II KAJIAN LITERATUR | II-1 |
| 2.1 Pendahuluan | II-1 |
| 2.2 Landasan Teori..... | II-1 |
| 2.2.1 <i>Corona Virus Disease 2019</i> | II-1 |
| 2.2.2 Jaga Jarak..... | II-2 |
| 2.2.3 <i>Motion-Tracking</i> | II-3 |
| 2.2.4 <i>Motion-Tracking 3D</i> | II-5 |
| 2.2.5 <i>You Only Look Once</i> | II-6 |
| 2.2.6 <i>Euclidean Distance</i> | II-11 |
| 2.2.7 <i>Depth-Sensing</i> | II-12 |
| 2.2.8 <i>Confusion Matrix</i> | II-14 |

| | | |
|--|---|--------------|
| 2.2.9 | <i>Frame Per Second</i> | II-16 |
| 2.2.10 | <i>Rational Unified Process</i> | II-16 |
| 2.3 | Penelitian Lain Yang Relevan..... | II-18 |
| 2.3.1 | <i>Monitoring COVID-19 Social Distancing with Person Detection and Tracking via Fine-Tuned YOLO v3 and Deepsort Techniques ..</i> | II-19 |
| 2.3.2 | <i>Developing Smart COVID-19 Social Distancing Surveillance Drone using YOLO</i> | II-19 |
| 2.3.3 | <i>Real-time Face Mask and Social Distancing Violation Detection System using YOLO</i> | II-19 |
| 2.4 | Kesimpulan..... | II-20 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | III-1 |
| 3.1 | Pendahuluan | III-1 |
| 3.2 | Unit Penelitian..... | III-1 |
| 3.3 | Pengumpulan Data | III-1 |
| 3.3.1 | Jenis Data..... | III-1 |
| 3.3.2 | Sumber Data | III-2 |
| 3.3.3 | Metode Pengumpulan Data..... | III-2 |
| 3.4 | Tahapan Penelitian | III-2 |
| 3.4.1 | Kerangka Kerja..... | III-2 |
| 3.4.2 | Kriteria Pengujian | III-4 |
| 3.4.3 | Format Data Pengujian | III-6 |
| 3.4.4 | Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian..... | III-8 |
| 3.4.5 | Pengujian Penelitian | III-9 |
| 3.4.6 | Analisis Hasil Pengujian dan Kesimpulan..... | III-9 |
| 3.5 | Metode Pengembangan Perangkat Lunak..... | III-10 |
| 3.6 | Manajemen Proyek Penelitian..... | III-13 |
| 3.7 | Kesimpulan..... | III-15 |
| BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK | | IV-1 |
| 4.1 | Pendahuluan | IV-1 |
| 4.2 | Fase Insepsi | IV-1 |
| 4.2.1 | Pemodelan Bisnis..... | IV-1 |
| 4.2.2 | Analisis dan Desain | IV-4 |
| 4.3 | Fase Elaborasi | IV-12 |
| 4.3.1 | Pemodelan Bisnis..... | IV-12 |
| 4.3.2 | Kebutuhan Sistem..... | IV-13 |
| 4.3.3 | Diagram | IV-14 |
| 4.4 | Fase Konstruksi..... | IV-19 |
| 4.4.1 | Kebutuhan..... | IV-19 |

| | | |
|-------|------------------------|-------|
| 4.4.2 | Implementasi..... | IV-20 |
| 4.5 | Fase Transisi..... | IV-22 |
| 4.5.1 | Pemodelan Bisnis..... | IV-22 |
| 4.5.2 | Kebutuhan Sistem..... | IV-22 |
| 4.5.3 | Rencana Pengujian..... | IV-23 |
| 4.5.4 | Implementasi..... | IV-25 |
| 4.6 | Kesimpulan..... | IV-29 |

BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN..... V-1

| | | |
|-------|---|------|
| 5.1 | Pendahuluan | V-1 |
| 5.2 | Hasil Pelatihan Model YOLO | V-1 |
| 5.3 | Hasil Pengujian Perangkat Lunak | V-3 |
| 5.4 | Hasil Penelitian | V-10 |
| 5.4.1 | Konfigurasi Pengujian | V-10 |
| 5.4.2 | Hasil Deteksi Penerapan Jaga Jarak Menggunakan <i>Depth-Sensing</i> V-11 | |
| 5.4.3 | Hasil Deteksi Penerapan Jaga Jarak Tanpa <i>Depth-Sensing</i> .. | V-12 |
| 5.5 | Analisis Hasil Pengujian dan Perbandingan..... | V-12 |
| 5.6 | Kesimpulan..... | V-13 |

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... VI-1

| | | |
|-----|-------------------|------|
| 6.1 | Pendahuluan | VI-1 |
| 6.2 | Kesimpulan..... | VI-1 |
| 6.3 | Saran..... | VI-2 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel II-1. <i>Confussion Matrix</i> (Rahmad et al., 2020) | II-14 |
| Tabel III-1. Rancangan Hasil mAP dan FPS | III-7 |
| Tabel III-2. Rancangan Hasil Pendeteksian | III-7 |
| Tabel III-3. Rancangan <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pendeteksian..... | III-7 |
| Tabel III-4. Rancangan Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Pendeteksian..... | III-9 |
| Tabel III-5. Pengembangan Perangkat Lunak Menggunakan RUP | III-10 |
| Tabel III-6. Manajemen Proyek Penelitian | III-13 |
| Tabel IV-1. Definisi Aktor | IV-7 |
| Tabel IV-2. Definisi <i>Use Case</i> | IV-8 |
| Tabel IV-3. Skenario Menghidupkan Izin Kamera..... | IV-8 |
| Tabel IV-4. Keterangan Implementasi Kelas..... | IV-20 |
| Tabel IV-5. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Menghidupkan Izin Kamera | IV-23 |
| Tabel IV-6. Pengujian <i>Use Case</i> Menghidupkan Izin Kamera..... | IV-25 |
| Tabel V-1. Tabel Hasil Pelatihan Model YOLOv4- <i>tiny</i> | V-1 |
| Tabel V-2. Sampel Hasil Pengujian Gambar dengan <i>Depth-Sensing</i> | V-4 |
| Tabel V-3. Sampel Hasil Pengujian Gambar tanpa <i>Depth-Sensing</i> | V-5 |
| Tabel V-4. Sampel Hasil Pengujian Video 1 dengan <i>Depth-Sensing</i> | V-6 |
| Tabel V-5. Sampel Hasil Pengujian Video 1 tanpa <i>Depth-Sensing</i> | V-7 |
| Tabel V-6. Sampel Hasil Pengujian Video 2 dengan <i>Depth-Sensing</i> | V-8 |
| Tabel V-7. Sampel Hasil Pengujian Video 2 tanpa <i>Depth-Sensing</i> | V-9 |
| Tabel V-8. <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian dengan <i>Depth-Sensing</i> | V-11 |
| Tabel V-9. <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian tanpa <i>Depth-Sensing</i> | V-12 |
| Tabel V-10. Analisa Perbandingan Metode Deteksi Penerapan Jaga Jarak..... | V-12 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar II-1. Diagram Alir <i>Motion-Tracking</i> (Patel et al., 2018)..... | II-4 |
| Gambar II-2. Gambaran Skematik dari Arsitektur YOLO (Punn et al., 2020)... | II-7 |
| Gambar II-3. Penggambaran <i>IoU</i> (Jie Tan, 2019)..... | II-8 |
| Gambar II-4. Proses Pendeteksian YOLO (Redmon et al., 2016) | II-8 |
| Gambar II-5. Penggambaran sebuah <i>bounding box</i> (Joseph, 2020)..... | II-9 |
| Gambar II-6. Diagram Alir <i>Loss Function</i> (Darmon, 2017)..... | II-10 |
| Gambar II-7. Arsitektur <i>Rational Unified Process</i> (RUP) (Kruchten, 2004) ... | II-17 |
| Gambar III-1. Diagram Alir Proses Pendeteksian..... | III-4 |
| Gambar III-2. Hasil Deteksi Penerapan Jaga Jarak Yang Benar | III-5 |
| Gambar III-3. Hasil Deteksi Penerapan Jaga Jarak Yang Salah | III-5 |
| Gambar IV-1. Arsitektur Model YOLOv4- <i>tiny</i> Pada Penelitian Ini | IV-5 |
| Gambar IV-2 Diagram <i>Use Case</i> Perangkat Lunak..... | IV-7 |
| Gambar IV-3. Diagram <i>Activity</i> Deteksi Penerapan Jaga Jarak..... | IV-15 |
| Gambar IV-4. Diagram <i>Sequence</i> Deteksi Penerapan Jaga Jarak..... | IV-17 |
| Gambar IV-5. Perancangan Antarmuka Halaman Utama..... | IV-18 |
| Gambar IV-6. Perancangan Antarmuka Pratinjau | IV-18 |
| Gambar IV-7. Diagram Kelas Perangkat Lunak | IV-19 |
| Gambar IV-8. Implementasi Antarmuka Perangkat Lunak | IV-21 |
| Gambar IV-9. Hasil Pendeteksian Jaga Jarak Menggunakan Kamera..... | IV-21 |
| Gambar IV-10. Hasil Pendeteksian Jaga Jarak Menggunakan <i>Input Data</i> | IV-22 |
| Gambar V-1. Diagram Garis Pelatihan Model..... | V-2 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel L-1. Konfigurasi Objek yang Dideteksi Model | L-vii |
| Tabel L-2. Konfigurasi <i>Layer Neural Network</i> YOLOv4- <i>tiny</i> | L-vii |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini berisi pokok-pokok pikiran yang melandasi pembuatan tugas akhir. Pokok-pokok pikiran tersebut meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat yang diperoleh dalam menjalankan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan, dan kesimpulan untuk bab ini.

1.2 Latar Belakang

COVID-19 atau *Corona Virus Disease 2019* merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *corona* jenis mutasi baru yang dinamai SARS-CoV-2 (sebelumnya dikenal dengan sebutan 2019-nCoV). Pertama kali ditemukan di Wuhan, Provinsi Hubei, Republik Rakyat Cina, yang berlanjut tersebar ke banyak negara lainnya, kontak fisik tercatat sebagai penyebab kasus penyebaran tertinggi. Pada tanggal 30 Januari 2020, organisasi WHO mendeklarasikan darurat Kesehatan global berdasarkan laju pertumbuhan kasus kesehatan terkait virus ini yang sangat tinggi, baik di Cina maupun negara lainnya (Velavan dan Meyer, 2020).

Jaga jarak merupakan kebijakan baru pada era normal baru guna memperlambat laju penularan virus COVID-19. Berbagai jenis penerapan “jaga jarak” di berbagai negara telah dilakukan, mulai dari menjaga jarak 1,5 meter terhadap satu sama lain di area publik, sampai mendinginkan masyarakat di kediaman mereka masing-masing dengan tujuan mengurangi kontak fisik antar masyarakat tersebut (Greenstone dan Nigam, 2020).

Tracking objek visual merupakan salah satu bagian yang sangat penting di *Computer Vision*, karena penerapannya bertujuan untuk mendeteksi objek dan menghubungkan target objek tersebut (Bathija, 2019). *Motion Tracking*, baik itu 2D maupun 3D, bertanggung jawab dalam mengestimasi jarak antar dua atau lebih objek terhadap satu sama lain (Punn et al., 2020). Jaga jarak diyakini sebagai teknik yang cukup pasti dalam memperlambat laju penyebaran virus dan penyakit, ketika COVID-19 pertama kali muncul di Wuhan, Cina. Penerapan teknik ini menjadi sebuah kewajiban (BBC News, 2020; Punn et al., 2020).

You Only Look Once (YOLO) merupakan salah satu metode pendeteksian objek yang terkenal sangat *robust* karena hasil akurasi yang dihasilkannya bagus sekali dengan waktu pemrosesan yang sangat cepat jika dibandingkan dengan metode-metode lainnya (Redmon et al., 2016; Redmon dan Farhadi, 2017; Redmon dan Farhadi, 2018).

Depth-Sensing adalah metode untuk menentukan nilai *depth* atau nilai jarak suatu objek dari kamera pada suatu citra. Terdapat banyak jenis penerapan metode ini, seperti menggunakan *focal length* pada kamera, menggunakan ukuran *bounding box* suatu objek dan asumsi ukuran nyata, serta membandingkan *bounding box* antar dua objek (Ghodgaonkar et al., 2020; Gupta et al., 2020; Punn et al., 2020).

Penerapan metode *Depth-Sensing* disandingkan dengan metode YOLO diharapkan mampu mengatasi permasalahan pendeteksian dalam ranah 3D, seperti terdapatnya dua objek atau lebih yang saling tumpang tindih terhadap satu sama lain memiliki jarak yang terhitung dekat, tetapi jarak sebenarnya lebih jauh lagi. Karena

hasil yang diberikan cukup memuaskan dengan tingkat kinerja *real-time* yang mendekati tingkat kinerja metode YOLO dan pendahulunya (Punn et al., 2020).

Pada penelitian ini metode YOLO disandingkan dengan metode *Depth-Sensing* akan digunakan untuk melakukan pendeteksian penerapan jaga jarak. Dengan memanfaatkan *depth-sensing*, hasil dari pendeteksian menggunakan metode YOLO diperkirakan memberikan hasil pendeteksian dengan tingkat *depth* yang berbeda dari setiap objek.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan di bagian latar belakang maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tingkat kinerja yang dihasilkan dari penggunaan metode *depth-sensing* terhadap metode YOLO dalam mendeteksi penerapan jaga jarak?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Mengukur kecepatan waktu proses dan nilai akurasi, presisi, dan recall dari penggunaan metode *depth-sensing* terhadap metode YOLO dalam mendeteksi penerapan jaga jarak.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Membantu serta mempermudah pelaksanaan penerapan jaga jarak dalam masa COVID-19 ataupun pandemi serupa yang akan datang.
2. Menghasilkan perangkat lunak deteksi jaga jarak menggunakan metode YOLO yang memanfaatkan penggunaan metode *depth-sensing*.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditemukan dalam penelitian ini adalah :

1. Video yang digunakan diperoleh dari kamera yang bersifat statik.
2. Video dan gambar yang digunakan untuk pelatihan berukuran 608×608 piksel untuk meringankan proses pengolahan citra dalam jumlah besar.
3. Data pelatihan model YOLOv4-*tiny* yang akan digunakan berjenis sekunder, berasal dari *CrowdHuman*¹.
4. Data pengujian pendeteksian jaga jarak yang akan digunakan berjenis primer, ditangkap menggunakan kamera di lantai 2 gedung utama PUSRI dengan jarak antar dua objek orang diukur menggunakan meteran.
5. Semua orang yang terdeteksi oleh model YOLOv4-*tiny* diasumsikan memiliki tinggi rata-rata orang dewasa Indonesia, yaitu 159,04 cm².
6. Metode YOLO lebih mengutamakan kecepatan waktu proses daripada akurasi, hal ini juga mengurangi nilai akurasi dari pendeteksian jaga jarak.

¹ <https://www.crowdhuman.org/>

² https://researchgate.net/publication/326972272_Indonesian_National_Synthetic_Growth_Charts

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan untuk tugas akhir ini mengikuti standar penulisan tugas akhir Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, antara lain :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan pokok-pokok pikiran yang melandasi alasan pengerjaan penelitian ini, seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat yang diperoleh dalam menjalankan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini membahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi *tracking*, *motion-tracking*, metode YOLO, penerapan metode *depth-sensing*, serta beberapa kajian literatur mengenai penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian. Seperti pengumpulan data, analisis data, serta perancangan aplikasi yang akan dibangun. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci mengacu pada suatu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini memaparkan seluruh proses yang dilakukan dalam mengembangkan perangkat lunak dalam penelitian ini dengan menggunakan metode pengembangan RUP.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab ini menjelaskan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan berdasarkan tahapan pengujian yang sudah direncanakan pada Bab sebelumnya serta menganalisa hasil tersebut yang menjadi landasan kesimpulan pada penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan seluruh kesimpulan dan saran yang telah ditraik dari penelitian ini yang bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Telah diuraikan secara umum pokok-pokok pikiran yang melandasi penelitian yang akan dilakukan, meliputi latar belakang dan rumusan masalah terkait metode YOLO, tujuan dan manfaat penelitian terkait jaga jarak, batasan masalah serta sistematika penulisan penelitian. Bab selanjutnya akan menjelaskan dengan rinci tentang Kajian Literatur yang digunakan di penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bathija, A. (2019). Visual Object Detection and Tracking using YOLO and SORT. In *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)* (Vol. 8, Issue 11).
- BBC News. (2020). China coronavirus: Lockdown measures rise across Hubei province. *BBC News*.
- Bhambani, K., Jain, T., & Sultanpure, K. A. (2020, October 8). Real-Time Face Mask and Social Distancing Violation Detection System using YOLO. *Proceedings of B-HTC 2020 - 1st IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference*. <https://doi.org/10.1109/B-HTC50970.2020.9297902>
- Bochkovski, A., Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2020). YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. *ArXiv*.
- Cao, X. (2020). COVID-19: immunopathology and its implications for therapy. In *Nature Reviews Immunology* (Vol. 20, Issue 5, pp. 269–270). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41577-020-0308-3>
- Darmon, F. (2017). *Yolo Loss Function Explanation*. StackExchange. <https://stats.stackexchange.com/questions/287486/yolo-loss-function-explanation>
- Deng, X., Liu, Q., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2016). An improved method to construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem. *Information Sciences*, 340–341, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.033>
- Farboodi, M., Jarosch, G., & Shimer, R. (2020). *Internal and External Effects of Social Distancing in a Pandemic*. <https://doi.org/10.3386/w27059>
- Filippeschi, A., Schmitz, N., Miezal, M., Bleser, G., Ruffaldi, E., & Stricker, D. (2017). Survey of motion tracking methods based on inertial sensors: A focus on upper limb human motion. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 17, Issue 6, p. 1257). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s17061257>

- Ghodgaonkar, I., Chakraborty, S., Banna, V., Allcroft, S., Metwaly, M., Bordwell, F., Kimura, K., Zhao, X., Goel, A., Tung, C., Chinnakotla, A., Xue, M., Lu, Y.-H., Ward, M. D., Zakharov, W., Ebert, D. S., Barbarash, D. M., & Thiruvathukal, G. K. (2020). *Analyzing Worldwide Social Distancing through Large-Scale Computer Vision*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2008.12363>
- Girshick, R. (2015). *Fast R-CNN*.
- Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J. (2014). *Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation*.
- Greenstone, M., & Nigam, V. (2020). Does Social Distancing Matter? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3561244>
- Gupta, S., Kapil, R., Kanahasabai, G., Joshi, S. S., & Joshi, A. S. (2020). SD-Measure: A Social Distancing Detector. *Proceedings - 2020 12th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, CICN 2020*, 306–311. <https://doi.org/10.1109/CICN49253.2020.9242628>
- Hatzius, J., Sachs, G., LLC Alec Phillips, C., Llc, C., LLC David Choi, C., LLC Joseph Briggs, C., Taylor, B., & LLC Ronnie Walker, C. (2020). *US Daily: A Sudden Stop for the US Economy*. 1(March), 1–10.
- Jie Tan, R. (2019). *Breaking Down Mean Average Precision (mAP)*. Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/breaking-down-mean-average-precision-map-ae462f623a52>
- Joseph, L. (2020). *A Gentle Introduction to YOLO v4 for Object detection in Ubuntu 20.04*. ROBOACADEMY. <https://robocademy.com/2020/05/01/a-gentle-introduction-to-yolo-v4-for-object-detection-in-ubuntu-20-04/>
- Kruchten, P. (2004). *The rational unified process: an introduction*.
- Li, R., Tian, · Tai-Peng, Sclaroff, S., Yang, M.-H., Li, R., Tian, T.-P., Sclaroff, · S, Sclaroff, S., & Yang, M.-H. (2010). 3D Human Motion Tracking with a Coordinated Mixture of Factor Analyzers. *Int J Comput Vis*, 87, 170–190. <https://doi.org/10.1007/s11263-009-0283-4>
- Liu, Y., Zhai, G., Zhao, D., & Liu, X. (2015). Frame rate and perceptual quality for HD video. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture*

- Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics*), 9315, 497–505. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24078-7_50
- Patel, B., Ray, N., & Patel, P. (2018). Motion based Object Tracking. *International Journal of Electronics, Electrical and Computational System*, 7(4), 581–588.
- Pulungan, A. B., Julia, M., Barubara, J. R., & Hermanussen, M. (2018). Indonesian National Synthetic Growth Charts. *Acta Scientific Paediatrics*, 1(1), 1–15. https://www.researchgate.net/publication/326972272_Indonesian_National_Synthetic_Growth_Charts
- Punn, N. S., Sonbhadra, S. K., & Agarwal, S. (2020). Monitoring COVID-19 social distancing with person detection and tracking via fine-tuned YOLO v3 and Deepsort techniques. *ArXiv*. <http://arxiv.org/abs/2005.01385>
- Rahmad, F., Suryanto, Y., & Ramli, K. (2020). Performance Comparison of Anti-Spam Technology Using Confusion Matrix Classification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 879(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/879/1/012076>
- Ramanan, D., Forsyth, D. A., & Zisserman, A. (2007). Tracking people by learning their appearance. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 29(1), 65–81. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2007.250600>
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*.
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2017). *YOLO9000: Better, Faster, Stronger*.
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. *ArXiv*.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2017). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 39(6), 1137–1149. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2016.2577031>
- Somaldo, P., Ferdiansyah, F. A., Jati, G., & Jatmiko, W. (2020). Developing Smart COVID-19 Social Distancing Surveillance Drone using YOLO Implemented in Robot Operating System simulation environment. *IEEE Region 10*

Humanitarian Technology Conference, R10-HTC, 2020-December.
<https://doi.org/10.1109/R10-HTC49770.2020.9357040>

Suwanda, R., Syahputra, Z., & Zamzami, E. M. (2020). Analysis of Euclidean Distance and Manhattan Distance in the K-Means Algorithm for Variations Number of Centroid K. *Journal of Physics: Conference Series*, 1566(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1566/1/012058>

Velavan, T. P., & Meyer, C. G. (2020). The COVID-19 epidemic. In *Tropical Medicine and International Health* (Vol. 25, Issue 3, pp. 278–280). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>

Yuan, D., Li, X., He, Z., Liu, Q., & Lu, S. (2020). Visual object tracking with adaptive structural convolutional network. *Knowledge-Based Systems*, 194, 105554. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.105554>