



PROPOSAL TUGAS AKHIR - EC224701

**SISTEM PENDETEKSI PENGGUNAAN ALAT
PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA KONSTRUKSI
BERBASIS CNN**

Muhammad Naofal Nirvana

NRP 0721 19 4000 0066

Dosen Pembimbing

Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph. D

NIP 19850403 201212 1 001

Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., MT.

NIP 19690730 199512 1 001

Program Studi Strata 1 (S1) Teknik Komputer

Departemen Teknik Komputer

Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM PENDETEKSI PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA KONSTRUKSI BERBASIS CNN

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1
Teknik Komputer

Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **Muhammad Naofal Nirvana**
NRP. 0721 19 4000 0066

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proposal Tugas Akhir:

Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph. D
NIP: 19850403 201212 1 001

(Pembimbing I)

Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., MT.
NIP: 19690730 199512 1 001

(Pembimbing II)

SURABAYA
Desember, 2022

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

ABSTRAK

SISTEM PENDETEKSI PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA KONSTRUKSI BERBASIS CNN

Nama Mahasiswa / NRP: Muhammad Naofal Nirvana / 0721 19 4000 0066

Departemen : Teknik Komputer FTEIC - ITS

Dosen Pembimbing : 1. Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph. D
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

Abstrak

Alat Pelindung Diri (APD) adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Terdapat peraturan yang menyatakan pentingnya dan mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri seperti Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI NOMOR PER.08/MEN/VII/2010 tentang PERATURAN ALAT PELINDUNG DIRI. Meskipun sudah diwajibkan dan diatur dalam peraturan menteri, tidak menjamin semua pekerja lapangan akan memakai APD tersebut. Perusahaan yang mengerjakan proyek konstruksi biasanya sudah mengarahkan pengawas untuk memastikan semua pekerja memakai APD yang sesuai ketentuan. Penempatan staf pengawas sendiri juga sudah diatur dalam salah satu peraturan Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. Namun metode pengawasan yang digunakan masih dilakukan secara manual oleh staf-staf pengawas yang masih memiliki keterbatasan. Luasnya area lokasi konstruksi dan jumlah pekerja yang sangat banyak menjadi tantangan tersendiri bagi staf pengawas sebagai seorang manusia untuk menjalankan tugasnya mengawasi setiap pekerja yang ada di area tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem yang bisa mendeteksi secara otomatis pekerja yang memakai APD lengkap dan yang memakai APD tidak lengkap serta memicu semacam alarm ketika sistem mendeteksi pekerja yang memakai APD yang tidak lengkap. Pengembangan sistem akan memanfaatkan *Convolutional Neural Network* dan algoritma deteksi objek YOLOv7.

Kata Kunci: *Alat Pelindung Diri, Sistem, Mendeteksi, Convolutional Neural Network*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

ABSTRACT

CNN BASED DETECTION SYSTEM OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE) ON CONSTRUCTION WORKERS

Student Name / NRP: Muhammad Naofal Nirvana / 0721 19 4000 0066

Department : Computer Engineering ELECTICS - ITS

Advisor : 1. Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph. D
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

Abstract

Personal Protective Equipment (PPE) is a tool that has the ability to protect someone whose function is to isolate part or all of the body from potential hazards in the workplace. There are regulations that state the importance of and require the use of Personal Protective Equipment such as Regulation of the Minister of Manpower of the Republic of Indonesia NUMBER PER.08/MEN/VII/2010 concerning REGULATIONS FOR PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT. Even though it is mandatory and regulated in a ministerial regulation, it does not guarantee that all field workers will wear the PPE. Companies working on construction projects usually have dispatched supervisors to ensure that all workers are wearing appropriate PPE. The placement of the supervisory staff itself has also been regulated in one of the regulations of the Ministry of Manpower of the Republic of Indonesia. However, the monitoring method used is still carried out manually by supervisory staff who has its limitations. The large area of the construction site and the large number of workers is a challenge for the supervisory staff as a human being to carry out their duties of supervising every worker in the area. Therefore, this study aims to design a system that can automatically detect workers wearing appropriate PPE and those wearing inappropriate PPE and triggering an alarm when the system detects workers wearing inappropriate PPE. System development will utilize the Convolutional Neural Network and the YOLOv7 object detection algorithm.

Keywords: *Personal Protective Equipment, System, Detect, Convolutional Neural Network*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hasil penelitian/perancangan terdahulu	3
2.1.1 <i>PPE detector: a YOLO-based architecture to detect personal protective equipment (PPE) for construction Sites</i>	3
2.1.2 Rancang Sistem Pendeteksi Alat Pelindung Diri (APD) Berbasis <i>Image Prosessing</i>	3
2.2 Teori/Konsep Dasar	3
2.2.1 Alat Pelindung Diri	3
2.2.2 Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia tentang Alat Pelindung Diri	4

2.2.3	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang Pe- doman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi	4
2.2.4	Visi Komputer	4
2.2.5	<i>Object Detection</i>	5
2.2.6	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	6
2.2.7	<i>You Only Look Once</i> (YOLO)	6
2.2.8	YOLOv7	7
3	METODOLOGI	9
3.1	Desain Sistem	9
3.2	Akuisisi Dataset	10
3.2.1	CHVG Dataset oleh Md. Ferdous dan Sk. Md. Masudul Ahsan	10
3.2.2	Roboflow Universe <i>Open Source</i> Dataset	10
3.3	<i>Preprocessing</i> Dataset	10
3.4	<i>Training</i> dan <i>Testing</i> Model YOLOv7	11
3.5	Pengembangan Sistem	11
3.6	Integrasi Sistem dengan Hasil <i>Training</i> Model	11
3.7	Implementasi	12
3.8	Evaluasi	12
3.9	Bahan dan peralatan yang digunakan	12
3.10	Urutan pelaksanaan penelitian	13
4	HASIL YANG DIHARAPKAN	15
4.1	Hasil yang Diharapkan dari Penelitian	15
4.2	Hasil Pendahuluan	15
	DAFTAR PUSTAKA	17

DAFTAR GAMBAR

2.2.1 Struktur Jaringan YOLO	7
3.1.1 Bagan Umum Sistem	9
3.2.1 Sampel gambar pada CHVG Dataset oleh Md. Ferdous dan Sk. Md. Masudul Ahsan	10

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

3.9.1 Spesifikasi Komputer Desktop	12
3.9.2 Spesifikasi Webcam Papalook PA552pro	12
3.10. <i>Timeline</i> Penelitian	13

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat Pelindung Diri selanjutnya disingkat APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Penggunaan APD diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia NOMOR PER.08/MEN/VII/2010 tentang ALAT PELINDUNG DIRI [1]. Secara Standar Nasional Indonesia (SNI), APD meliputi pelindung kepala, pelindung mata dan muka, pelindung telinga, pelindung pernapasan beserta perlengkapannya, pelindung tangan, dan pelindung kaki [1].

Tetapi walaupun sudah diatur dalam peraturan pemerintah, belum menjamin semua pekerja menggunakan APD saat diinstruksikan untuk digunakan. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa para pekerja banyak yang tidak menggunakan alat ini karena tidak merasa nyaman saat bekerja, misalkan dalam penggunaan masker dirasakan mengganggu kenyamanan karena dianggap mengganggu pernapasan sehingga pemakaian masih memerlukan penyesuaian diri [2]. Melalui jurnal Menakar Implementasi Kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Indonesia oleh Masrully pada tahun 2019, Sekretaris Umum BPD Gabungan Pelaksana Konstruksi Indonesia atau GAPENSI menyatakan bahwa menurutnya sejumlah proyek konstruksi yang digarap perusahaan BUMN sering didapati pekerja yang mengabaikan keselamatan kerja yang dimana waktu itu bahasan utamanya adalah kecelakaan kerja yang marak terjadi sepanjang tahun 2017 hingga 2018 [3].

Dalam penanggulangan kelalaian penggunaan APD, perusahaan-perusahaan yang melakukan pekerjaan pada umumnya sudah mengerahkan supervisor atau pengawas berupa petugas K3 atau Ahli K3 yang dimana juga bertugas untuk mengawasi penggunaan APD sebagai salah satu bentuk K3. Selain itu pengerahannya ini sendiri pun juga diatur dalam PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT NOMOR : 21/PRT/M/2019 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi yang dimana menyebutkan adanya Pengawas Pekerjaan Konstruksi yang merupakan tim pendukung yang ditunjuk untuk pengawasan pekerjaan konstruksi dan pemenuhan terhadap norma, standar, prosedur, dan kriteria [4]. Tetapi, petugas K3 yang dikerahkan pada umumnya masih melakukan pengawasan secara manual. Disini seperti yang diketahui yaitu manusia memiliki batasan tertentu dimana luas area pengawasan yang terlalu luas dan banyaknya jumlah pekerja yang harus diawasi menjadi tantangan.

Dengan perkembangan teknologi yang ada, penulis ingin membuat sebuah sistem pendeteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada pekerja konstruksi dengan menggunakan algoritma *multi object detection* yaitu YOLOv7. Algoritma ini merupakan algoritma *object detection* versi pembaruan dari algoritma YOLO sebelum-sebelumnya yang berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Penulis berharap dengan adanya sistem pendeteksi ini akan memudahkan proses pengawasan terhadap penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada pekerja di lokasi konstruksi.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang tersebut, dirumuskan suatu permasalahan untuk judul ini yaitu Alat Pelindung Diri (APD) K3 masih sering disepelekan ditambah pengawasan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) K3 yang masih dilakukan secara manual oleh supervisor atau pengawas.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan judul penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah:

1. Alat Pelindung Diri (APD) yang dideteksi terdiri dari helm keselamatan kerja 4 warna, *safety glass*, rompi, sarung tangan, dan sepatu seperti pada dataset yang akan digunakan.
2. Metode deteksi objek yang digunakan adalah CNN (*Convolutional Neural Network*) dengan menggunakan algoritma YOLOv7.
3. Dataset yang digunakan adalah penggabungan dari CHVG (*Color Hardhat, Vest, Glass*) dataset dengan gloves dan boots dataset dari roboflow.
4. Input berasal dari *webcam* atau kamera laptop.
5. Dengan asumsi implementasi pengawasan pada checkpoint, jarak kamera berada pada 1 meter hingga 10 meter dari yang diawasi.

1.4 Tujuan

Dari rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem yang dapat mendeteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada pekerja di lokasi konstruksi yang mengurangi waktu dan biaya otoritas dan meningkatkan argumen keselamatan. Sistem dikembangkan agar bisa dijalankan secara real-time dan praktis untuk memudahkan proses pengawasan.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu mempermudah proses pengawasan terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh pekerja. Dengan adanya sistem ini juga diharapkan akan meningkatkan kedisiplinan pemakaian APD oleh pekerja konstruksi sehingga mengurangi kemungkinan cedera, sakit, maupun kematian di lokasi konstruksi jika terjadi kecelakaan kerja.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil penelitian/perancangan terdahulu

2.1.1 *PPE detector: a YOLO-based architecture to detect personal protective equipment (PPE) for construction Sites*

Md. Ferdous dan Sk. Md. Masudul Ahsan pada bulan April 2022 lalu melakukan penelitian berjudul "PPE detector: a YOLO-based architecture to detect personal protective equipment (PPE) for construction Sites" dimana mereka membuat sistem pendeteksi APD otomatis berbasis Visi Komputer. Sedangkan untuk algoritma deteksi yang digunakan, penelitian ini menggunakan arsitektur *anchor-free* YOLO — yaitu YOLO versi X atau YOLOX secara spesifik. Penelitian ini menggunakan dataset bernama "CHVG Dataset" dimana CHVG merupakan kependekan dari *Color Hardhat Vest Glass* yang merupakan deskripsi dari isi dari dataset itu sendiri. Dataset tersebut merupakan salah satu *output* dari penelitian ini yang dibuat sendiri oleh para penulis dengan cara menambahkan dan menggabungkan data dari dataset penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait serta sebagai pengembangan dari dataset penelitian-penelitian sebelumnya tersebut. Sistem deteksi yang dibuat oleh penelitian ini masih menerima *input* dalam bentuk file gambar atau foto dan belum *real-time* menggunakan kamera webcam yang menangkap citra video namun hasil prediksi dari model YOLOX sudah ditampilkan pada antarmuka sistem. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan rata-rata mAP terbesarnya yaitu 89,84% yang dihasilkan oleh model dengan jenis YOLOX-m [5].

2.1.2 *Rancang Sistem Pendeteksi Alat Pelindung Diri (APD) Berbasis Image Prosessing*

Miftachul Ulum bersama 3 rekannya pada tahun 2021 melakukan penelitian tentang perancangan sistem pendeteksi Alat Pelindung Diri (APD) antara lain helm, kacamata, dan masker dengan menerapkan metode CNN yang berbasis image processing. Sistem deteksi yang dirancang pada penelitian ini masih menerima input hanya dalam bentuk file gambar (tidak *real-time*) yang berasal dari hasil tangkapan citra webcam. Selain itu hasil prediksi dari model yang digunakan tidak divisualisasikan langsung pada antarmuka sistem dan hanya bergantung pada *buzzer* yang sudah diprogram untuk menyala jika terdeteksi APD tidak lengkap. Dari hasil pengujian, didapatkan akurasi keberhasilan 75% dengan klasifikasi objek yang menggunakan APD lengkap, APD tidak lengkap, dan tidak menggunakan APD. Pada penelitian ini ditemukan bahwa komponen APD kacamata lebih sering tidak terdeteksi dibanding komponen APD lainnya yang disebabkan oleh pantulan cahaya dari kacamata yang dapat mengganggu proses penangkapan gambar. Selain itu pada penelitian ini juga ditemukan bahwa kemampuan kamera dan komputer akan memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan [6].

2.2 Teori/Konsep Dasar

2.2.1 Alat Pelindung Diri

Dalam setiap pekerjaan, seorang pekerja memiliki kemungkinan mengalami kecelakaan yang mempengaruhi kondisi kesehatannya. Keselamatan dan kesehatan kerja berkaitan dengan alat kerja, proses pengolahan, dan bahan, lingkungan kerja dan proses melakukan pekerjaannya. Kecelakaan merupakan kejadian yang tidak terduga dan tidak pernah diharapkan karena dapat menimbulkan kerugian materil dan juga penderitaan mulai dari penderitaan yang ringan sampai dengan penderitaan yang paling berat [7].

Seperti diketahui, ada 5 tahapan yang mencakup upaya pencegahan kecelakaan dalam hierarki pengendalian risiko, yaitu: tahap eliminasi, substitusi, tahap engineering, tahap administrasi dan terakhir alat pelindung diri. Penggunaan alat ini bukanlah pilihan pertama melainkan yang terakhir jika 4 langkah tersebut belum dilakukan atau telah dilakukan namun masih terdapat bahaya yang mengganggu status kesehatan tenaga kerja. Penggunaan alat ini akan menimbulkan ketidaknyamanan pekerja namun mampu mencegah atau mengurangi resiko penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja [8].

Alat Pelindung Diri selanjutnya disingkat APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Penggunaan APD diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia NOMOR PER.08/MEN/VII/2010 tentang ALAT PELINDUNG DIRI (dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2010a) [1].

2.2.2 Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia tentang Alat Pelindung Diri

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi (Kemnakertrans) Republik Indonesia NOMOR PER.08/MEN/VII/2010 mengatur tentang alat pelindung diri. Peraturan ini meliputi pihak - pihak yang terlibat, kewajiban penyediaan APD, peralatan yang termasuk APD, dan karakteristik tempat yang diwajibkan APD [1]. Pada pasal 3 ayat 1, disebutkan alat - alat yang termasuk sebagai alat pelindung diri yaitu :

1. pelindung kepala
2. pelindung mata dan muka
3. pelindung telinga
4. pelindung pernapasan beserta kelengkapannya
5. pelindung tangan
6. pelindung kaki

2.2.3 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat NOMOR : 21/PRT/M/2019 mengatur Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi. Peraturan ini meliputi ketentuan umum untuk SMK (Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi), Konseptual SMK, elemen SMK, penerapan, penyedia jasa, pelaksanaan pekerjaan konstruksi, dan beberapa aturan lainnya yang menyinggung ketentuan Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) pada konstruksi. Pada pasal 1 untuk ketentuan umum dimana pada ayat ke 10 menyebutkan adanya Pengawas Pekerjaan Konstruksi yang merupakan tim pendukung yang ditunjuk oleh Pengguna Jasa yang bertanggung jawab pada pengawasan Pekerjaan Konstruksi dan pemenuhan terhadap norma, standar, prosedur, dan kriteria [4].

2.2.4 Visi Komputer

Manusia bisa dengan mudahnya memahami struktur tiga dimensi yang ada di sekitarnya. Kita dapat mengetahui bahwa sebuah balok memiliki ketebalan atau sebuah pot bunga yang memiliki isi. Kita juga dapat memahami benda yang semi transparan seperti kantong plastik dimana cahaya matahari dapat menembus lembaran plastik tersebut. Lalu saat kita mengamati suatu kumpulan barang - barang di gudang, kita juga dapat dengan mudahnya menentukan nama dari barang tersebut dan lokasinya. Begitu juga saat mengamati foto keluarga yang terdiri dari banyak individu dimana kita dapat membedakan antara satu dengan yang lainnya bahkan hingga emosi yang mereka perlihatkan lewat raut wajahnya. Peneliti sudah melakukan

pengembangan untuk metode pengenalan visual seperti pada manusia untuk komputer yang dimana bidangnya disebut sebagai *Computer Vision* (Visi Komputer). Tetapi untuk mencapai titik dimana komputer memiliki kemampuan untuk yang sama dengan manusia seperti dapat menghitung jumlah binatang yang ada dalam suatu gambar masih menjadi sesuatu yang sulit. Hal ini dikarenakan bidang visi komputer ini merupakan bentuk *inverse problem* dimana kita berusaha untuk menarik suatu kesimpulan untuk suatu solusi tetapi informasi yang dimiliki sangat terbatas. Beberapa solusi yang memungkinkan untuk menyelesaikan permasalahan visi komputer ini yaitu antarlain dengan penyelesaian secara fisika atau perhitungan probabilitas [9].

Dalam visi komputer, kita berusaha untuk memahami dunia yang ditangkap dalam satu gambar atau lebih dan meniru ulang setiap detail nya seperti bentuk, pencahayaan, dan pewarnaan. Manusia dapat dengan mudahnya memahami detail - detail tersebut sedangkan algoritma visi komputer akan sering mengalami *error* [10].

Visi Komputer adalah bidang ilmu yang mempelajari cara untuk memproses gambar terutama dalam meniru kemampuan manusia dalam melihat. Kemampuan seperti rekognisi wajah hingga bentuk kemampuan lain yang bahkan melebihi kemampuan manusia. Kebanyakan riset dari bidang visi komputer di *deep learning* berfokus pada pengenalan objek atau deteksi. Bentuknya dari pengenalan atau deteksi ini bisa meliputi membuat log atau laporan objek apa saja yang ada dalam gambar hingga memberi penandaan pada objek yang terdeteksi [11].

2.2.5 Object Detection

Untuk dapat memahami konsep deteksi objek, selain menyelesaikan klasifikasi kelas dari objek yang diamati, kita juga harus dapat menentukan lokasi dari objek yang diamati secara akurat dalam gambar yang sedang diamati. Proses penentuan lokasi sekaligus menentukan klasifikasi kelas untuk menentukan "nama" dari objek yang diamati inilah yang disebut sebagai *Object Detection* [12].

Manfaat dari *Object Detection* yaitu dapat memberikan informasi terkait suatu gambar atau video agar bisa lebih dipahami yang lalu bisa dimanfaatkan untuk berbagai bentuk aplikasi. Penelitian di bidang *Object Detection* ini pada umumnya berjalan di area *neural network* atau sistem *machine learning* yang lalu juga termasuk pembuatan algoritma *neural network* untuk teknik deteksi objek. Tetapi deteksi pada suatu gambar memiliki banyak hal yang perlu dipertimbangkan seperti arah sudut pandang, pencahayaan, objek yang menghalang, dan hal lainnya yang membuat deteksi objek dengan prediksi lokasi akurat semakin sulit untuk dilakukan [13] [14].

Proses penyelesain deteksi objek biasanya dilakukan dalam 3 tahap yaitu pemilihan wilayah informatif, ekstraksi fitur, dan klasifikasi.

Ada kemungkinan bahwa terdapat lebih dari satu objek yang ada dalam satu gambar yang akan dilakukan proses deteksi objek dan juga berkemungkinan memiliki ukuran yang berbeda - beda. Pada tahap inilah dilakukan pemilihan region atau wilayah dengan melakukan *scanning* pada gambar tersebut mulai dari bagian awal gambar hingga akhir yang dimana merupakan metode yang sangat menguras energi dan memiliki banyak kelemahan [13].

Tahap ekstraksi fitur kelas berguna untuk membedakan objek - objek yang berbeda dari gambar yang sedang diamati dimana kita perlu memilah - milah "fitur" visual yang dapat memberi kita informasi yang dapat diapahami. Terdapat beberapa metode berbeda yang dilakukan untuk mendapatkan fitur yang membantu untuk mengenali objek tersebut seperti SIFT, HOG, dan Haar-like [13]. Tetapi pada *Convolutional Neural Network* proses ekstraksi fitur nya dilakukan pada *neural network*-nya juga yang akan dijelaskan pada Subbab 2.2.6.

Klasifikasi berguna untuk mengenali objek yang ada pada gambar dengan kategori - kategori. Juga sudah terdapat beberapa metode klasifikasi yang biasa digunakan seperti *Supported Vector Machine*, *AdaBoost*, dan *Deformable Part-based Model* [13].

2.2.6 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network adalah metode deep learning yang didesain untuk rekognisi pada data dua dimensi yang dimana umumnya berupa gambar visual (tetapi tidak harus berupa gambar) dan untuk klasifikasi. *Convolutional Neural Network* memiliki kedalaman jaringan yang tinggi sehingga juga bisa termasuk sebagai *Deep Neural Network*. Jika dibandingkan dengan *Multilayer Perceptron* atau MLP, kemampuan CNN untuk klasifikasi citra lebih baik dibandingkan dengan MLP karena MLP tidak memiliki kemampuan untuk menyimpan *spatial information* dari gambar dimana satu *pixel* pada gambar dianggap sebagai satu fitur terpisah atau independen [15]. *Convolutional Neural Network* adalah bentuk *deep neural network* yang tidak hanya sekedar memiliki banyak *layer* seperti konsep *deep learning* tetapi juga meniru bagaimana cara otak manusia mengenali sebuah gambar [16]. Pada arsitektur CNN, terdapat beberapa jenis *layer* yaitu *Convolution Layer*, *Subsampling Layer*, *Fully Connected Layer*, dan *Activation Layer*.

2.2.7 You Only Look Once (YOLO)

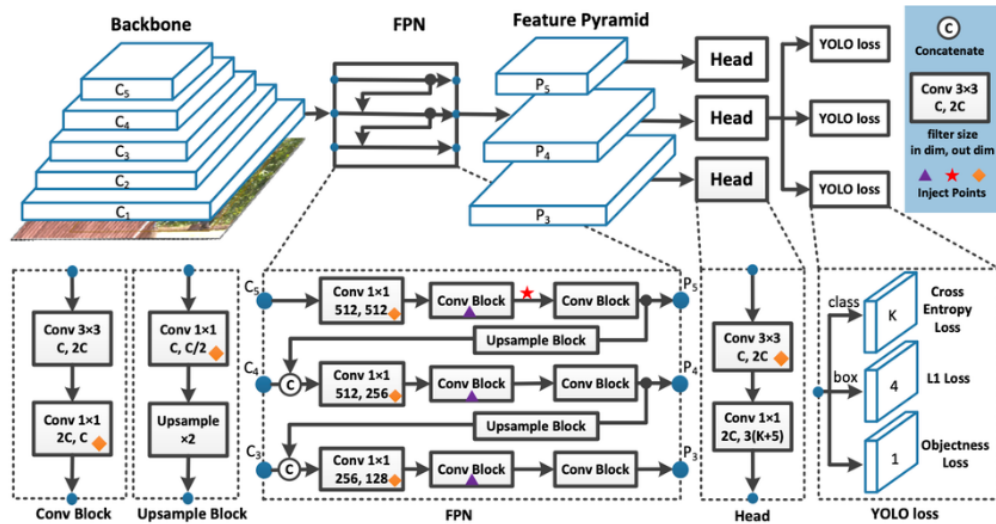
You Only Look Once atau YOLO adalah algoritma *multi object detection* yang sangat cepat yang dicetuskan oleh Redmot et al pada tahun 2015 lewat buku mereka *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection* [17]. *Convolutional Neural Network* menjadi basis dari sistem deteksi YOLO ini. YOLO melakukan deteksi objek dengan menganggap nya sebagai permasalahan regresi tunggal yang diambil langsung dari *pixel - pixel* yang ada di gambar menjadi *bounding box* penanda dari koordinat - koordinat dan probabilitas dari klasifikasinya. Dengan begitu hanya perlu dilakukan satu kali pengecekan pada gambar untuk melakukan deteksi atau indentifikasi [17]. YOLO menggabungkan beberapa komponen dari teks objek menjadi satu neural network yang dimana menggunakan fitur-fitur dari seluruh bagian gambar untuk memprediksi tiap *bounding box* sekaligus melakukan prediksi untuk semua *bounding box* di semua tipe klasifikasi yang ada. Desain dari YOLO ini memungkinkan untuk melakukan *end to end training* dan kecepatan deteksi *real time*.

Model YOLO (You Only Look Once) adalah pendeteksi objek *single stage*. Bingkai gambar ditampilkan melalui *Backbone*, fitur digabungkan dan dicampur di *Neck*, dan kemudian diteruskan ke *Head* jaringan di mana YOLO memprediksi lokasi *bounding box*, kelas *bounding box*, dan objek *bounding box*. YOLO menggunakan pasca-pemrosesan melalui NMS untuk sampai pada prediksi akhirnya. Struktur jaringan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.2.1 [18].

Sistem dari YOLO sendiri membagi input gambar menjadi grid $S \times S$. Grid disini perannya untuk nanti yaitu jika grid tertentu menjadi pusat dari objek maka grid tersebut yang nantinya berguna untuk deteksi objek tadi.

Setiap grid memprediksi tiap bound box dan nilai kemungkinan klasifikasi atau *confidence score* dari *bounding box* tersebut. Nilai tersebut mewakili seberapa "yakin" model akan objek yang terdeteksi di bounding box dan seberapa akurat prediksinya.

Terdapat lima nilai prediksi yang ada pada tiap bounding box yaitu : x , y , w , h , dan *confidence*. X dan Y mewakili pusat dari bounding box. W dan H mewakili *Weight* dan *Height* diprediksi relatif dari seluruh gambar. Lalu *confidence score* sendiri mewakili IOU antara *predicted box* dan *ground truth box* [17].



Gambar 2.2.1. Struktur Jaringan YOLO

2.2.8 YOLOv7

YOLOv7 adalah YOLO resmi versi terbaru yang dibuat oleh penulis asli arsitektur YOLO, melebihi semua versi YOLO sebelumnya dan model deteksi objek lainnya dalam hal kecepatan dan akurasi [19]. YOLOv7 meningkatkan kecepatan dan akurasi dengan memperkenalkan beberapa reformasi arsitektur. Mirip dengan *Scaled* YOLOv4, YOLOv7 tidak menggunakan *backbone pretrained* ImageNet. Sebaliknya, model dilatih menggunakan dataset COCO sepenuhnya. Kesamaan bisa diekspektasi karena YOLOv7 ditulis oleh penulis yang sama dari *Scaled* YOLOv4 [20].

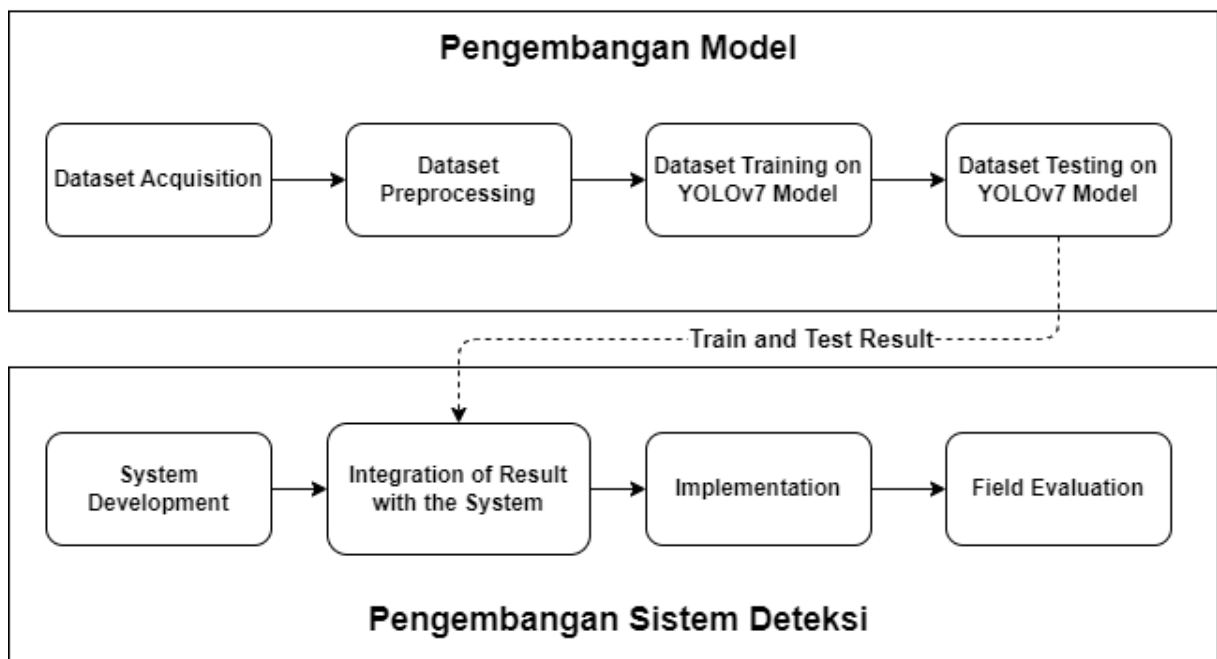
Perubahan besar yang telah diperkenalkan pada makalah YOLOv7 salah satunya adalah reformasi arsitektur yaitu dengan adanya E-ELAN (*Extended Efficient Layer Aggregation Network*) dan *Model Scaling* untuk Model Berbasis Rangkaian. E-ELAN (*Extended Efficient Layer Aggregation Network*) adalah blok komputasi di bagian *Backbone* YOLOv7. Hal tersebut mendapatkan inspirasi dari penelitian sebelumnya tentang efisiensi jaringan. Ini telah dirancang dengan menganalisis faktor-faktor berikut yang memengaruhi kecepatan dan akurasi yaitu *memory access cost*, *I/O channel ratio*, *element wise operation*, *activations*, dan *gradient path*. Secara sederhana, arsitektur E-ELAN memungkinkan *framework* untuk belajar lebih baik. Ini didasarkan pada blok komputasi ELAN [20].

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Desain Sistem

Judul untuk tugas akhir “Sistem Pendeteksi Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Konstruksi” ini berada dalam bidang computer vision atau visi komputer yang memiliki tujuan merancang sistem yang dapat mendeteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) secara real-time. Menggunakan YOLOv7 yang merupakan algoritma deteksi objek yang berbasis CNN (Convolutional Neural Network). Dataset yang digunakan berupa gambar-gambar personel proyek yang mengenakan Alat Pelindung Diri (APD) dan yang tidak. Gambar - gambar tersebut dikumpulkan dari beberapa sumber seperti dataset dari penelitian sebelumnya dan sumber lainnya.



Gambar 3.1.1. Bagan Umum Sistem

3.2 Akuisisi Dataset

Dataset yang digunakan untuk training menggunakan YOLOv7 berupa dataset berisi gambar - gambar yang mengandung personel lapangan proyek yang mengenakan Alat Pelindung Diri (APD) dan yang tidak mengenakan APD. Untuk penelitian ini, dataset yang digunakan bersumber dari:

3.2.1 CHVG Dataset oleh Md. Ferdous dan Sk. Md. Masudul Ahsan

Dataset ini merupakan dataset yang dibuat dan digunakan pada penelitian oleh Md. Ferdous dan Sk. Md. Masudul Ahsan pada bulan Juni tahun 2022 tentang sistem pendeteksi APD. CHVG merupakan singkatan dari *Color Hardhat, Vest, Glass* yang menggambarkan konten dari dataset itu sendiri. Dataset ini berisi delapan kelas yang berbeda, yaitu helm keselamatan kerja 4 warna (merah, biru, kuning, dan putih) dimana setiap warna memiliki kelasnya sendiri, rompi, kacamata pengaman, tubuh orang, dan kepala orang. Dataset ini berisi 1.699 gambar dengan ukuran 640x640 dan anotasi yang sesuai dari delapan kelas tersebut [21].



Gambar 3.2.1. Sampel gambar pada CHVG Dataset oleh Md. Ferdous dan Sk. Md. Masudul Ahsan

3.2.2 Roboflow Universe Open Source Dataset

Penulis mengambil 2 macam dataset dari platform Roboflow Universe yaitu "Gloves Dataset" dan "Boots Dataset". Kedua dataset tersebut merupakan dataset yang disediakan secara *open source* oleh platform Roboflow yang dapat digunakan secara umum karena sifatnya yang *open source*. Sesuai namanya, kedua dataset tersebut berisi gambar sarung tangan dan sepatu keselamatan kerja yang sesuai dengan ketentuan APD. Dataset ini memiliki 3 kelas yaitu glove, safety boot, dan worker yang sudah dianotasikan dengan sesuai. Dataset ini memiliki total 894 gambar dengan resolusi 1920x1080 [22] [23].

3.3 Preprocessing Dataset

Ada beberapa proses yang dilakukan untuk dataset yang sudah dikumpulkan agar bisa digunakan untuk proses training dengan benar. Proses tersebut meliputi membersihkan dataset, anotasi ulang dataset, augmentasi gambar, dan pembagian dataset. Untuk penelitian ini, proses - proses tersebut akan dilakukan pada platform Roboflow.

Pembersihan dataset dilakukan dengan menghapus gambar-gambar yang kurang relevan pada dataset yang akan digunakan. Kemudian anotasi ulang juga dilakukan dengan alasan dataset yang akan digunakan dalam proses *training* dan *testing* merupakan gabungan dari 3 dataset sehingga anotasi ulang diperlukan agar semua anotasi sesuai dan universal. Lalu augmentasi gambar merupakan proses memodifikasi satu gambar menjadi beberapa gambar dengan

karakteristik yang berbeda seperti memberikan perubahan orientasi, kecerahan, penerangan, rotasi, dan *noise*. Kemudian dataset akan dibagi menjadi 3 set untuk meningkatkan akurasi model dalam proses *training* dengan rasio 80% *training set*, 10% *validation set*, dan 10% *test set*. Pembagian dataset dengan rasio tersebut disesuaikan dengan penelitian yang dilakukan oleh M. Ferdous dan S. M. Ahsan yang melakukan pembagian dataset dengan rasio yang sama.

3.4 *Training dan Testing Model YOLOv7*

Dataset - dataset yang sudah di pre-process sebelumnya di roboflow dan sudah memiliki anotasi yang sesuai lalu digunakan untuk training model menggunakan algoritma YOLOv7. Training ini merupakan proses pelatihan model dengan input gambar - gambar dari dataset yang sudah diberi anotasi dimana gambar dan anotasinya tersebut diolah hingga menghasilkan suatu karakteristik atau pola khusus dari kelas/label yang ditentukan sebelumnya lewat anotasi sehingga selanjutnya dapat digunakan komputer untuk menebak gambar yang nantinya dideteksi. Karena YOLOv7 yang menggunakan PyTorch sebagai framework machine learningnya, hasil training nya berupa bobot atau weight yang akan diexport dalam bentuk .pt (format pytorch).

Hasil training model YOLOv7 tersebut kemudian dilakukan testing dengan cara melakukan proses *inference* dimana input gambar yang digunakan merupakan gambar-gambar dari dataset itu sendiri yang sebelumnya digunakan untuk proses training.

3.5 *Pengembangan Sistem*

Sistem deteksi Alat Pelindung Diri (APD) ini akan memanfaatkan YOLOv7 untuk melakukan prediksi pada input yang diterima. Input berupa gambar yang diterima dari webcam atau camera yang terhubung ke komputer yang akan menjalankan sistem ini. Sistem dikembangkan dengan tujuan untuk mendeteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) secara real-time dan akan menjalankan mekanisme alarm jika pada camera input terdapat seseorang yang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap. Dalam hal ini yaitu menggunakan helm, kacamata, dan rompi, sarung tangan, dan sepatu.

Sistem akan dibuat dalam bentuk file script python yang dapat dijalankan pada device komputer atau laptop. Script ini akan menerima beberapa parameter input yang dibutuhkan untuk menjalankan prediksi dengan model YOLOv7. Parameter input yang dibutuhkan yaitu salah satunya input feed camera dari webcam yang digunakan atau bisa dalam bentuk file gambar atau video. Selain itu user akan harus memberikan parameter-parameter lain secara manual yang dibutuhkan model YOLOv7 agar dapat bisa menjalankan prediksi. Setelah semua parameter telah dipenuhi, sistem akan memberikan output berupa *bounding box* yang meng-highlight komponen-komponen APD yang ada pada gambar.

3.6 *Integrasi Sistem dengan Hasil Training Model*

Sistem deteksi yang sudah dikembangkan akan diintegrasikan dengan model YOLOv7 yang sudah dilakukan training dan testing menggunakan dataset pada penelitian ini. Setelah diintegrasikan, sistem akan siap untuk diimplementasikan secara real-time dengan memanfaatkan input dari kamera webcam.

3.7 Implementasi

Sistem deteksi yang sudah dilakukan integrasi selanjutnya akan diimplementasikan dimana sistem digunakan pada kondisi *real-time*. Kamera webcam akan diarahkan kepada orang yang menggunakan maupun tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Proses ini dilakukan berulang kali dengan beberapa variabel yang berbeda contohnya seperti kondisi gelap, berkabut, dan hujan.

3.8 Evaluasi

Setelah sistem deteksi diimplementasikan secara *real-time* dengan beberapa variabel yang berbeda, dilakukan analisa hasil sebagai evaluasi sistem dan penelitian secara keseluruhan. Setiap hasil dari variabel-variabel yang diuji akan dibandingkan untuk setiap jenis percobaan.

3.9 Bahan dan peralatan yang digunakan

Dalam penelitian ini, bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam rangka menyelesaikan penelitian ini mulai dari tools berupa software atau perangkat lunak hingga hardware atau perangkat keras. Berikut pemaparan dari alat-alat yang digunakan.

1. Computer Desktop
2. Google Colab
3. Webcam Papalook PA552pro

Tabel 3.9.1. Spesifikasi Komputer Desktop

Type	Detail
Processor	AMD Ryzen 3 3300X
Memory	16 GB
Storage	HDD 1TB SSD 512GB
Graphic Card	NVIDIA GeForce GTX 1650 Super 4GB
Operating System	Windows 11
CUDA	CUDA version 11.8

Tabel 3.9.2. Spesifikasi Webcam Papalook PA552pro

Type	Detail
Resolution	1920x1080
Max FPS	60 FPS
Other Detail	Full 360 Degree Rotation
	Auto Focus
	Auto Exposure White Balance
	3 Level Lighting Adjustable Ring Light

3.10 Urutan pelaksanaan penelitian

Alur waktu penelitian yang akan dilaksanakan akan mengacu pada tabel yang ditunjukkan pada Tabel 3.10.1.

Tabel 3.10.1. *Timeline* Penelitian

Kegiatan	Minggu															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Studi Literatur																
Pengolahan Data																
Training dan Testing																
Pengembangan Sistem																
Integrasi Sistem																
Implementasi																
Evaluasi																
Pembuatan Laporan																

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 4 HASIL YANG DIHARAPKAN

4.1 Hasil yang Diharapkan dari Penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah sistem pendeteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada pekerja konstruksi ini dapat diimplementasikan secara *real-time* di lokasi konstruksi dan membantu proses pengawasan yang dilakukan oleh staf pengawas K3 di lapangan. Selain itu, dengan adanya sistem ini penulis juga berharap akan meningkatkan kedisiplinan pemakaian APD oleh pekerja konstruksi sehingga mengurangi kemungkinan cedera, sakit, maupun kematian di lokasi konstruksi jika terjadi kecelakaan kerja.

4.2 Hasil Pendahuluan

Sebagai pendahuluan, penulis telah melakukan beberapa bagian dari metodologi yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Penulis diantaranya mencoba untuk melakukan *preprocessing* dataset dan melakukan *training* model YOLOv7 dengan custom dataset sebagai gambaran kedepannya bagaimana penelitian ini akan berjalan. *Preprocessing* dataset dilakukan pada platform Roboflow, sedangkan untuk proses *training* model YOLOv7 dilakukan pada platform Google Colab.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. T. K. dan Transmigrasi Republik Indonesia, “Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi republik indonesia tentang alat pelindung diri,” no. PER.08/MEN/VII/2010, 2010.
- [2] Suma'mur, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Yogyakarta: Sagung Seto, 2014.
- [3] Masrully, “Menakar implementasi kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja di indonesia,” *Jurnal Wacana Kinerja: Kajian Praktis-Akademis Kinerja dan Administrasi Pelayanan Publik*, vol. 22, no. 1, pp. 17–36, 2019.
- [4] K. T. K. dan Transmigrasi Republik Indonesia, “Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi republik indonesia tentang alat pelindung diri,” no. PER.08/MEN/VII/2010, 2010.
- [5] M. Ferdous and S. M. Ahsan, “Ppe detector: A yolo-based architecture to detect personal protective equipment (ppe) for construction sites,” *PeerJ Computer Science*, vol. 8, 2022. doi: 10.7717/peerj-cs.999.
- [6] M. Ulum, M. Zakariya, A. Fiqhi I, and Haryanto, “Rancang sistem pendeteksi alat pelindung diri berbasis image processing,” *Informatics, Electrical and Electronics Engineering (Infotron)*, 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.33474/infotron.v1i1.11236>.
- [7] Anizar, *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.
- [8] C. A. et al, *KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)*, Afridon, Ed. PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI, 2022.
- [9] R. Szeliski, *Computer vision: algorithms and applications*. Springer Science & Business Media, 2010.
- [10] M. A. Boden, *Mind as machine: A history of cognitive science*. Oxford University Press, 2008.
- [11] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016, <http://www.deeplearningbook.org>.
- [12] P. F. Felzenszwalb, R. B. Girshick, D. McAllester, and D. Ramanan, “Object detection with discriminatively trained part-based models,” *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 32, no. 9, pp. 1627–1645, 2010.
- [13] Z.-Q. Zhao, P. Zheng, S.-t. Xu, and X. Wu, “Object detection with deep learning: A review,” *IEEE transactions on neural networks and learning systems*, vol. 30, no. 11, pp. 3212–3232, 2019.
- [14] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik, “Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation,” in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2014, pp. 580–587.
- [15] I. Putra, “Klasifikasi citra menggunakan convolutional neural network (cnn) pada caltech 101,” Ph.D. dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.

- [16] P. Kim, “Convolutional neural network,” in *MATLAB deep learning*, Springer, 2017, pp. 121–147.
- [17] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, *You only look once: Unified, real-time object detection*, 2016. arXiv: 1506.02640 [cs.CV].
- [18] J. Solawetz, *Yolov7 breakdown*, 2022. [Online]. Available: <https://blog.roboflow.com/yolov7-breakdown/>.
- [19] C.-Y. Wang, A. Bochkovskiy, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors,” *arXiv preprint arXiv:2207.02696*, 2022.
- [20] Kukil and S. Rath, *Yolov7 object detection paper explanation and inference*, 2022. [Online]. Available: <https://learnopencv.com/yolov7-object-detection-paper-explanation-and-inference/>.
- [21] M. Ferdous and S. M. M. Ahsan, “CHVG Dataset,” Apr. 2022. doi: 10.6084/m9.figshare.19625166.v1. [Online]. Available: https://figshare.com/articles/dataset/CHVG_Dataset/19625166.
- [22] C. Images, *Gloves dataset*, <https://universe.roboflow.com/construction-images/gloves-7zhos>, Open Source Dataset, visited on 2022-12-22, Jun. 2022. [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/construction-images/gloves-7zhos>.
- [23] C. Resources, *Boots dataset*, <https://universe.roboflow.com/construction-resources/boots-uzihq>, Open Source Dataset, visited on 2022-12-22, Jun. 2022. [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/construction-resources/boots-uzihq>.