# **PENGENALAN OBJEK UNTUK PEMBELAJARAN ANAK-ANAK**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Program Studi Informatika



Disusun oleh:

Gabriel Advent Batan

NIM: 205314096

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

**YOGYAKARTA**

**2024**

# **HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**PENGENALAN OBJEK UNTUK PEMBELAJARAN ANAK-ANAK**

Disusun oleh:

Gabriel Advent Batan

NIM: 205314096

|  |  |
| --- | --- |
| Dosen Pembimbing,  (Drs. Hari Suparwito, S.J., M.App.IT) | (tanggal persetujuan) |
|  |  |

# **HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENGENALAN OBJEK UNTUK PEMBELAJARAN ANAK-ANAK**

Dipersiapkan dan Ditulis Oleh:

Gabriel Advent Batan

NIM: 205314096

**SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **JABATAN** |  | **NAMA LENGKAP** | **TANDA TANGAN** |
| Ketua  (merangkap anggota) | **:** |  | **----------------------** |
| Sekretaris  (merangkap anggota) | **:** |  | **----------------------** |
| Anggota | **:** |  | **----------------------** |

|  |
| --- |
| Yogyakarta, ......................... 2024  Fakultas Sains dan Teknologi  Universitas Sanata Dharma  Dekan,  Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom., Ph.D |

# **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka dengan mengikuti ketentuan sebagaimana layaknya karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiarisme dalam naskah ini, saya bersedia menanggung segala sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

|  |
| --- |
| Yogyakarta, .............................. 2024  Penulis,  Gabriel Advent Batan |

# **LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma:

Nama : Gabriel Advent Batan

NIM : 205314096

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Pengenalan Objek Untuk Pembelajaran Anak-Anak”**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma baik untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengolah dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya atau memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal ............................... 2024

Yang menyatakan,

Gabriel Advent Batan

# **HALAMAN MOTTO**

............

# **KATA PENGANTAR**

..........

# **ABSTRAK**

Pentingnya periode usia dini sebagai waktu peka anak terhadap rangsangan menjadi dasar bagi pendekatan inovatif dalam pembelajaran. Perkembangan teknologi telah memungkinkan pembelajaran interaktif, namun pemanfaatannya pada usia dini masih kurang optimal. Penelitian ini mengaitkan konsep pengenalan objek dalam *computer vision*, khususnya melalui algoritma *You Only Look Once* (YOLO), dengan konteks pembelajaran anak usia dini. YOLO, sebagai pendekatan integratif deteksi dan klasifikasi objek, telah menjadi populer dalam pengenalan objek *real-time*. Penelitian ini mencoba mengoptimalkan teknologi *computer vision*, khususnya dengan implementasi YOLO, dalam pemahaman lingkungan sekitar untuk pembelajaran anak usia dini. Hasil dari penelitian ini kurang terlihat perbandingan mAP tiap model sehingga dilakukan pencarian parameter terbaik yang dapat meningkatkan mAP model. Dari hasil implementasi *hyperparameter* dan pencarian parameter terbaik, ditemukan parameter terbaik menghasilkan mAP sebesar 88% dan mengalami perkembangan dari pelatihan sebelumnya. Selanjutnya dengan bantuan Streamlit, akan dibuat *website* untuk diujicobakan dan disebarkan bersamaan dengan kuesioner yang sudah diuji dengan uji validitas dan reliabilitas. Dari 27 responden kuesioner ini akan dihitung berdasarkan aspek *usability* dan mendapatkan hasil sangat layak. Hal ini mampu membuktikan bahwa pengimplementasian YOLO ke dalam *website* dapat membantu tumbuh kembang anak.

**Kata kunci: YOLO, *object detection*, *computer vision*, usia dini, pendidikan**

# **ABSTRACT**

The importance of the early years as a time when children are sensitive to stimuli is the basis for innovative approaches to learning. Technological developments have enabled interactive learning, but its utilization in early childhood is still less than optimal. This research links the concept of object recognition in computer vision, particularly through the You Only Look Once (YOLO) algorithm, to the context of early childhood learning. YOLO, as an integrative approach of object detection and classification, has become popular in real-time object recognition. This research tries to optimize computer vision technology, especially with the implementation of YOLO, in understanding the surrounding environment for early childhood learning. The results of this study lack the comparison of the mAP of each model so that the search for the best parameters that can improve the mAP of the model is carried out. From the results of the hyperparameter implementation and the search for the best parameters, it was found that the best parameters produced a mAP of 88% and experienced progress from previous training. Furthermore, with the help of Streamlit, a website will be created to be tested and distributed along with a questionnaire that has been tested with validity and reliability tests. From 27 respondents, this questionnaire will be calculated based on usability aspects and get very feasible results. This can prove that implementing YOLO into the website can help children's growth and development.

**Keywords: YOLO, object detection, computer vision, early childhood, education.**

# **DAFTAR ISI**

[**HALAMAN JUDUL** i](#_Toc166188371)

[**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING** ii](#_Toc166188372)

[**HALAMAN PENGESAHAN** iii](#_Toc166188373)

[**PERNYATAAN KEASLIAN KARYA** iv](#_Toc166188374)

[**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS** v](#_Toc166188375)

[**HALAMAN MOTTO** vi](#_Toc166188376)

[**KATA PENGANTAR** vii](#_Toc166188377)

[**ABSTRAK** viii](#_Toc166188378)

[**ABSTRACT** ix](#_Toc166188379)

[**DAFTAR ISI** x](#_Toc166188380)

[**DAFTAR TABEL** xiii](#_Toc166188381)

[**DAFTAR GAMBAR** xiv](#_Toc166188382)

[**BAB I PENDAHULUAN** 1](#_Toc166188383)

[**1.1.** **Latar Belakang** 1](#_Toc166188384)

[**1.2.** **Rumusan Masalah** 3](#_Toc166188385)

[**1.3.** **Batasan Masalah** 3](#_Toc166188386)

[**1.4.** **Tujuan Penelitian** 3](#_Toc166188387)

[**1.5.** **Manfaat Penelitian** 4](#_Toc166188388)

[**1.6.** **Sistematika Penulisan** 5](#_Toc166188389)

[**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** 6](#_Toc166188390)

[**2.1.** **Review Literature** 6](#_Toc166188392)

[**2.2.** **Landasan Teori** 15](#_Toc166188393)

[**2.2.1.** **Image Processing** 15](#_Toc166188394)

[**2.2.2.** **Augmentasi** 17](#_Toc166188395)

[**2.2.3.** **You Only Look Once (YOLO)** 17](#_Toc166188396)

[**2.2.4.** **F1-Score** 20](#_Toc166188397)

[**2.2.5.** **Confusion Matrix** 21](#_Toc166188398)

[**2.2.6.** **Mean Average Precision** 21](#_Toc166188399)

[**2.2.7.** **Skala Likert** 21](#_Toc166188400)

[**2.2.8.** **Uji Validitas** 22](#_Toc166188401)

[**2.2.9.** **Uji Reliabilitas** 23](#_Toc166188402)

[**2.2.10.** **Uji Kegunaan (Usability)** 24](#_Toc166188403)

[**BAB III METODE PENELITIAN** 26](#_Toc166188404)

[**3.1.** **Gambaran Umum Penelitian** 26](#_Toc166188406)

[**3.2.** **Data** 27](#_Toc166188407)

[**3.3.** **Pre-Processing** 27](#_Toc166188408)

[**3.3.1.** **Labeling** 27](#_Toc166188409)

[**3.3.2.** **Rescale/Resize** 28](#_Toc166188410)

[**3.3.3.** **Augmentasi** 29](#_Toc166188411)

[**3.3.4.** **Data Split** 30](#_Toc166188412)

[**3.4.** **Modeling** 30](#_Toc166188413)

[**3.4.1.** **Mendapatkan Dependency Yolo Versi 8** 30](#_Toc166188414)

[**3.4.2.** **Mendapatkan Dataset dari Roboflow** 31](#_Toc166188415)

[**3.4.3.** **Train** 31](#_Toc166188416)

[**3.5.** **Evaluate** 32](#_Toc166188417)

[**3.6.** **Skenario Pengujian** 32](#_Toc166188418)

[**3.7.** **Pengujian Kelayakan Kuesioner dan Kegunaan Hasil Akhir** 33](#_Toc166188419)

[**3.7.1.** **Waktu dan Tempat Pengujian** 33](#_Toc166188430)

[**3.7.2.** **Uji Kelayakan Kuesioner** 33](#_Toc166188431)

[**3.7.2.** **Analisis Kegunaan (*Usability*)** 35](#_Toc166188432)

[**BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN** 37](#_Toc166188433)

[**4.1.** **Pengumpulan Data** 37](#_Toc166188438)

[**4.2.** ***Pre-processing* Data** 37](#_Toc166188439)

[**4.2.1.** ***Annotate Image*** 37](#_Toc166188440)

[**4.2.2.** ***Rescale / Resize Image*** 39](#_Toc166188441)

[**4.2.3.** ***Augmentasi Image*** 39](#_Toc166188442)

[**4.2.4.** ***Data Split*** 42](#_Toc166188443)

[**4.3.** **Modeling** 43](#_Toc166188444)

[**4.3.1.** **Menginstall YOLO** 43](#_Toc166188445)

[**4.3.2.** **Mengimpor Dataset** 43](#_Toc166188446)

[**4.3.3.** **Pelatihan Model** 45](#_Toc166188447)

[**4.4.** **Analisis Hasil Pengujian** 48](#_Toc166188448)

[**4.4.1.** **Hasil Pelatihan Model** 48](#_Toc166188457)

[***4.4.2.*** **Uji Coba *Hyperparameter*** 50](#_Toc166188458)

[**4.4.3.** **Analisis Uji *Hyperparameter*** 52](#_Toc166188459)

[**4.5.** **Implementasi Aplikasi Deteksi Objek** 54](#_Toc166188460)

[**4.5.1.** ***Interface* Aplikasi** 54](#_Toc166188462)

[**4.5.2.** **Implementasi *Code* untuk Deteksi** 57](#_Toc166188463)

[**4.6.** **Pengujian Kegunaan Aplikasi** 61](#_Toc166188464)

[**4.6.1.** **Uji Validitas** 61](#_Toc166188466)

[**4.6.2.** **Uji Reliabilitas** 63](#_Toc166188467)

[***4.6.3.*** **Uji *Usability*** 64](#_Toc166188468)

[**BAB V PENUTUP** 67](#_Toc166188469)

[**5.1.** **Kesimpulan** 67](#_Toc166188475)

[**5.2.** **Saran** 67](#_Toc166188476)

[**DAFTAR PUSTAKA** 69](#_Toc166188477)

# **DAFTAR TABEL**

[Tabel 2. 1: Tabel review literature 7](#_Toc166187544)

[Tabel 3. 1: Tabel skenario Pengujian 32](#_Toc166187545)

[Tabel 3. 2: Rincian Pernyataan Kuesioner 33](#_Toc166187546)

[Tabel 3. 3: Ketentuan skala likert 34](#_Toc166187547)

[Tabel 3. 4: Tingkat reliabilitas Cronbach's Alpha 35](#_Toc166187548)

[Tabel 3. 5: Kategori Kegunaan 36](#_Toc166187549)

[Tabel 4. 1: Hasil penelitian model berdasarkan skenario pengujian 48](#_Toc166187550)

[Tabel 4. 2: Tabel perbandingan precision, recall, dan validasi tiap model 49](#_Toc166187551)

[Tabel 4. 3: Rincian hyperparameter 50](#_Toc166187552)

[Tabel 4. 4: Hasil kuesioner pengujian 61](#_Toc166187553)

[Tabel 4. 5: Hasil perhitungan rHitung 62](#_Toc166187554)

[Tabel 4. 6: Hasil uji validitas 63](#_Toc166187555)

[Tabel 4. 7: Rincian responden 64](#_Toc166187556)

[Tabel 4. 8: Tabel hasil kuesioner 65](#_Toc166187557)

[Tabel 4. 9: Tabel hasil perhitungan usability 66](#_Toc166187558)

# **DAFTAR GAMBAR**

[Gambar 2. 1: Ilustrasi proses digitalisasi 16](#_Toc166187559)

[Gambar 2. 2: Ilustrasi proses augmentasi 17](#_Toc166187560)

[Gambar 2. 3: Ilustrasi cara kerja YOLO 18](#_Toc166187561)

[Gambar 2. 4: Ilustrasi nilai yang merepresentasikan bounding box 18](#_Toc166187562)

[Gambar 2. 5: Arsitekstur YOLO v8 19](#_Toc166187563)

[Gambar 3. 1: Flowchart pre-processing 26](#_Toc166187564)

[Gambar 3. 2: Flowchart penelitian 26](#_Toc166187565)

[Gambar 3. 3: Flowchart Modelling 26](#_Toc166187566)

[Gambar 3. 4: Gambar kumpulan dataset sesuai kelas 27](#_Toc166187567)

[Gambar 3. 5: Contoh gambar yang telah dilakukan labeling 27](#_Toc166187568)

[Gambar 3. 6: Ilustrasi nilai bounding box 28](#_Toc166187569)

[Gambar 3. 7: Contoh hasil rescale 28](#_Toc166187570)

[Gambar 3. 8: Contoh hasil augmentasi 30](#_Toc166187571)

[Gambar 3. 9: Data split dari Roboflow 30](#_Toc166187572)

[Gambar 3. 10: Contoh confussion matrix 32](#_Toc166187573)

[Gambar 4. 1: Proses upload data ke Roboflow 37](#_Toc166187574)

[Gambar 4. 2: Proses annotate di Roboflow 38](#_Toc166187575)

[Gambar 4. 3: Data hasil labeling atau bounding box 38](#_Toc166187576)

[Gambar 4. 4: Proses resize pada dataset 39](#_Toc166187577)

[Gambar 4. 5: Proses augmentasi dataset 40](#_Toc166187578)

[Gambar 4. 6: Proses exposure dataset 40](#_Toc166187579)

[Gambar 4. 7: Proses rotation dataset 41](#_Toc166187580)

[Gambar 4. 8: Proses flip dataset 42](#_Toc166187581)

[Gambar 4. 9: Data split oleh Roboflow 42](#_Toc166187582)

[Gambar 4. 10: Mengimpor YOLO ke dalam projek 43](#_Toc166187583)

[Gambar 4. 11: Code untuk menginstall library 43](#_Toc166187584)

[Gambar 4. 12: Code untuk mengimpor dataset dari Roboflow 44](#_Toc166187585)

[Gambar 4. 13: Keterangan jika berhasil mengunduh dan mengekstrak dataset 44](#_Toc166187586)

[Gambar 4. 14: Hasil ekstrasi dataset 44](#_Toc166187587)

[Gambar 4. 15: Isi dari file data.yaml 45](#_Toc166187588)

[Gambar 4. 16: Code untuk pembuatan model dengan custom dataset 45](#_Toc166187589)

[Gambar 4. 17: Detail yang digunakan pada pelatihan 47](#_Toc166187590)

[Gambar 4. 18: Output dari rincian tiap epoch 47](#_Toc166187591)

[Gambar 4. 19: Grafik pelatihan model 49](#_Toc166187592)

[Gambar 4. 20: Code untuk melakukan training dan mencari best parameter 51](#_Toc166187593)

[Gambar 4. 21: Code untuk mengombinasikan tiap parameter 51](#_Toc166187594)

[Gambar 4. 24: Hasil validasi terhadap model 52](#_Toc166187595)

[Gambar 4. 22: Kombinasi parameter dengan hasil mAP tertinggi 52](#_Toc166187596)

[Gambar 4. 23: Confusion matrix 53](#_Toc166187597)

[Gambar 4. 25: Kumpulan grafik evaluasi 53](#_Toc166187598)

[Gambar 4. 27: Tampilan halaman jika memilih menu gambar 55](#_Toc166187599)

[Gambar 4. 26: Tampilan halaman pertama ketika website diakses 55](#_Toc166187600)

[Gambar 4. 28: Tampilan jika memilih menu video 56](#_Toc166187601)

[Gambar 4. 29: Tampilan jika memilih menu youtube 56](#_Toc166187602)

[Gambar 4. 30: Tampilan ketika memilih menu Real-Time 57](#_Toc166187603)

[Gambar 4. 31: Code untuk mendeteksi gambar yang diupload 57](#_Toc166187604)

[Gambar 4. 32: Function untuk menampilkan gambar hasil deteksi 58](#_Toc166187605)

[Gambar 4. 33: Function untuk mencari video dari link youtube 58](#_Toc166187606)

[Gambar 4. 34: Function untuk memproses video yang diupload 59](#_Toc166187607)

[Gambar 4. 35: Function untuk mengambil foto atau gambar secara langsung 60](#_Toc166187608)

[Gambar 4. 36: Function untuk realtime 60](#_Toc166187609)

[Gambar 4. 37: Code untuk mendeteksi realtime 61](#_Toc166187610)

[Gambar 4. 38: Chart rincian responden 64](#_Toc166187611)

# **BAB I**

# **PENDAHULUAN**

## **Latar Belakang**

Pendidikan anak usia dini merupakan periode perkembangan yang penting dalam kehidupan anak (Heri Pratikno dkk., 2023; Musdalifah dkk., 2020; Supriadi dkk., 2021; Yuni Wulandari dkk., 2022). Pendidikan sejak usia dini turut mengambil peran dalam kesuksesan di masa depan anak. Hal ini juga ditekankan dalam undang-undang sistem pendidikan nasional Republik Indonesia no. 20 tahun 2003 pada bab 1 butir ke-14 (Heri Pratikno dkk., 2023). Usia dini merupakan waktu masa anak mulai peka dalam menerima rangsangan sehingga anak dapat mudah menerima hal yang baru dan menarik. Di usia seperti ini juga waktu yang tepat untuk mengajarkan kepada anak mengenai benda-benda atau objek yang ada di sekitarnya sehingga dapat membantu perkembangan kemampuan kognitifnya (Priyono dkk., 2021; Yuni Wulandari dkk., 2022).

Pengenalan objek adalah salah satu bidang di dalam bidang *computer vision*, yang digunakan untuk mengenali objek yang ada di sekitar dan bertujuan untuk mengidentifikasi dan melokalisasi objek-objek tertentu dalam gambar atau video. Pengenalan objek semakin banyak diminati sejak 1960-an dan terus berkembang hingga saat ini. Hal ini dibuktikan dengan penerapan *object detection* di berbagai bidang seperti di bidang medis dan bidang industri (Aini dkk., 2021; Karlina & Indarti, 2019; Rafly Alwanda dkk., 2020; Wu dkk., 2020). Pengenalan objek telah menjadi elemen kunci dalam berbagai aplikasi teknologi yang melibatkan analisis visual dan pemahaman konteks (Karlina & Indarti, 2019; Rafly Alwanda dkk., 2020). Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan dalam teknologi pengolahan citra dan *computer vision* telah memungkinkan pengenalan objek menjadi lebih efisien dan akurat.

Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) adalah salah satu alternatif yang bisa digunakan untuk pengenalan objek. YOLO menggunakan pendekatan yang menggabungkan deteksi dan klasifikasi objek dalam satu tahap sehingga memberikan kecepatan dan efisiensi yang signifikan dibandingkan dengan metode tradisional yang memerlukan beberapa tahap pemrosesan (Karlina & Indarti, 2019). YOLO telah menjadi salah satu pendekatan yang populer dalam pengenalan objek *real-time*, dan banyak penelitian terkait telah memperluas aplikasi teknik ini dalam berbagai konteks seperti yang dilakukan dalam beberapa penelitian terakhir ini (Adarsh & Rathi, 2020; Aini dkk., 2021; Karlina & Indarti, 2019; Kumari dkk., 2021; Lou dkk., 2023; Zhang dkk., 2019).

Dengan memanfaatkan kecepatan dan efisiensi YOLO dalam mengenali objek secara *real-time* (Redmon dkk., 2015), penelitian ini bertujuan untuk menciptakan metode pembelajaran yang menarik dan efektif bagi anak-anak dalam memahami lingkungan sekitar mereka. Diharapkan bahwa integrasi teknologi ini akan memberikan kontribusi positif dalam memfasilitasi proses belajar anak-anak pada usia dini, memperluas cakupan pemahaman mereka terhadap objek di sekitar, dan mendukung perkembangan kemampuan kognitif serta pemahaman visual mereka secara menyeluruh.

## **Rumusan Masalah**

Usia dini merupakan masa-masa emas untuk anak-anak dalam mempelajari objek-objek yang ada di sekitar untuk membantu perkembangan kemampuan kognitif anak-anak. Dalam beberapa hal, teknologi belum dapat dimanfaatkan secara optimal untuk membantu perkembangan kemampuan kognitif anak-anak. Penerapan teknologi *computer vision,* diharapkan dapat membantu untuk mengenali objek sekitar secara *real-time*?

## **Batasan Masalah**

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan, yaitu:

* + 1. Usia anak-anak yang menjadi fokus penelitian ini adalah anak-anak *pre-school* dengan rentang umur 3 sampai 5 tahun.
    2. Pada pengenalan objek untuk anak-anak, peneliti hanya berfokus pada objek-objek yang ada di sekitar peneliti.
    3. Objek pengenalan yang dijadikan *dataset* akan berbentuk gambar yang memuat 6 objek yang berbeda, yaitu: *handphone*, mobil, tas, manusia, jam, dan sepatu.
    4. Kuesioner yang dilakukan akan mengacu pada aspek kegunaan sehingga yang menjadi target kuesioner adalah guru kelompok bermain, orang tua, masyarakat umum.

## **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menerapkan atau membuat sistem pengenalan objek menggunakan algoritma YOLO yang dapat membantu anak-anak dalam mempelajari objek-objek yang ada di sekitarnya dengan lebih mudah dan efektif sehingga dapat meningkatkan kualitas anak.
2. Mengukur dan mengevaluasi hasil penelitian dalam pengenalan objek sekitar untuk meningkatkan pemahaman anak terhadap lingkungan sekitar mereka.

## **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pembelajaran anak pada usia dini: Penelitian ini dapat membantu meningkatkan kualitas pembelajaran anak-anak usia dini dengan memanfaatkan teknologi *computer vision*. Anak-anak akan dapat belajar lebih efektif dengan bantuan pengenalan objek yang lebih baik.
2. Peningkatan kemampuan pengenalan objek: Implementasi YOLO dalam pembelajaran anak-anak dapat membantu meningkatkan kemampuan mereka dalam mengenali objek-objek sekitar. Hal ini dapat berkontribusi pada pengembangan kognitif dan pemahaman dunia di sekitar mereka.
3. Pengembangan lingkungan pendidikan: Hasil penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan lingkungan pendidikan yang lebih modern dan adaptif, yang dapat memenuhi tuntutan era digital.
4. Kontribusi pada penelitian selanjutnya: Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam penggunaan teknologi *computer vision* dalam konteks pendidikan anak-anak usia dini, dan dapat memberikan panduan bagi pengembangan teknologi serupa.

## **Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan penelitian ini terdapat tiga bab utama. Pada bab I akan berbicara mengenai latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Setelah membahas mengenai latar belakang, maka pada bab II akan memuat teori-teori atau konsep-konsep yang akan dipakai pada penelitian ini. Dan pada bab III akan berisi tentang metodologi yang akan digunakan di dalam penelitian ini. Selanjutnya pada bab IV akan berisi pembahasan dan analisis dari langkah-langkah penelitian yang dijelaskan pada bab III. Dan yang terakhir pada bab V akan berisi kesimpulan terkait penelitian yang sudah dilakukan dan saran terhadap pengembangan selanjutnya.

# **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**



## **Review Literature**

Pada penelitian sebelumnya telah berhasil di lakukan pengenalan objek binatang berbasis *Augmented Reality* (AR) oleh I Dewa Gede Wahya Dhiyatmika dan teman-temannya (Dhiyatmika dkk., 2015). Dalam perjalanan seturut perkembangan *deep learning* juga telah banyak dilakukan penelitian untuk mendeteksi objek seperti yang dilakukan oleh Muhammad Fadhlan Supriadi dan teman-teman (Supriadi dkk., 2021) menggunakan *MobileNet.* Penelitian ini berhasil mendapatkan *mean Average Precision* (mAP) sebesar 99,34%. Pada penelitian yang dilakukan Ike Yuni Wulandari dan teman-teman (Yuni Wulandari dkk., 2022) pun mendapatkan hasil yang baik dan efektif. Pada penelitian ini pun disimpulkan bahwa dengan menggunakan *python* objek dapat dikenali dengan baik dan variasi pengambilan data tidak menjadi hambatan.

Selain menggunakan dukungan AR dan Raspberry, algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat digunakan untuk membantu pengenalan objek seperti yang dilakukan oleh Dennis Saputra Ariansyah (Ariansyah, t.t.). Pada penelitian ini Dennis mencoba mengklasifikasi hewan dengan menggunakan CNN dan *transfer learning* dari *GoogleNet*. Penggunaan CNN dan *transfer learning* ini cukup baik dalam klasifikasi hewan yang dibuktikan dengan tingkat akurasi mencapai 98,36%. Ada lagi penelitian untuk pengenalan gestur jari tangan yang dilakukan Muhammad Rifki Pratama dan teman-teman (Heri Pratikno dkk., 2023). Penelitian ini mencoba dua cara dalam pengenalan gestur jari, yaitu *framework MediaPipe* dan CNN. Dari penelitian ini diketahui bahwa penggunaan CNN kurang optimal dibandingkan *MediaPipe* jika dilakukan secara *real-time.*

Berbicara mengenai pengenalan objek secara *real-time,* YOLO dalam perkembangannya mendapat perhatian yang khusus dalam pengenalan objek dan mendeteksinya. Hal ini dibuktikan dengan beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Pranav Adarsh, Pratibha Rathi, dan Manoj Kumar (Adarsh & Rathi, 2020) dan Haitong Lou bersama kawan-kawannya (Lou dkk., 2023) yang menunjukkan bahwa YOLO dapat digunakan untuk mendeteksi objek dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan CNN dan mendapatkan hasil yang bagus baik secara *real-time* maupun tidak.

Secara lebih lanjut berikut adalah tabel *review literatur* mengenai penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dibuat.

Tabel 2. 1: Tabel review literature

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Judul, Peneliti, Penerbit dan Tahun Terbit** | **Hasil Penelitian, Keterbatasan, Peluang** |
| 1. | Judul:  Pengenalan Sistem Deteksi Objek untuk Anak Usia Dini Menggunakan Pemrograman Python | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendeteksian benda di sekitar menggunakan kamera dan sistem deteksi objek berbasis pemrograman Python dapat dilakukan dan mendapatkan hasil yang efektif. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa sudut arah kamera juga tidak menjadi hambatan, karena pengambilan gambar dari berbagai sudut, seperti atas dan samping, mampu mendeteksi hampir seluruh objek, terutama yang berlatar belakang warna hijau, asalkan jarak antara kamera dan objek cukup jelas. |
| Peneliti:  Ike Yuni Wulandari, Narwikant Indroasyoko, Rahmi Mudia Alti, Yoana Nurul Asri, dan Rahmad Hidayat | Keterbatasan:  Salah satu kekurangan utama adalah keterbatasan dalam hal variasi objek |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer  2022 | Peluang:  Peluang yang dapat dari penelitian ini adalah mengenai penambahan variasi dan jumlah *dataset* yang digunakan untuk pelatihan sistem deteksi. Selain itu, ada peluang untuk mengembangkan metode yang lebih interaktif dengan mengintegrasikan program ke dalam *smartphone*. Hal ini dianggap relevan karena *smartphone* banyak digunakan oleh anak usia dini, dan ini bisa menjadi sarana yang efektif untuk pendidikan mereka. Dengan demikian, kolaborasi antara disiplin ilmu dalam bidang pemrograman dan pendidikan dapat menghasilkan bahan ajar yang lebih representatif dan efektif untuk anak usia dini. |
| 2. | Judul:  Klasifikasi Hewan dengan Menggunakan Transfer Learning Googlenet | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan model klasifikasi hewan dengan menggunakan metodologi SEMMA telah berhasil secara terstruktur. Model ini menggunakan 5400 gambar dengan 110 gambar pada setiap kelas hewan. Dalam proses pembuatan model, dilakukan augmentasi data menggunakan *library* Keras, dan data 5400 dibagi menjadi data pelatihan (*train*) sebesar 80% dan data validasi sebesar 20%. Model ini menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan penerapan *Transfer Learning,* yang menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 98,36% dan nilai *loss* sebesar 0,06% dengan ukuran gambar 224x224 *pixel* dan *batch size* sebesar 32. Hasil tersebut berhasil dalam mendeteksi 50 kelas hewan. |
| Peneliti:  Dennis Saputra Ariansyah | Keterbatasan:  Salah satu keterbatasan yang ada dalam penelitian ini adalah bahwa ukuran *dataset* yang digunakan terbatas, hanya 5400 gambar. Untuk meningkatkan generalisasi model, bisa menjadi lebih baik jika *dataset* lebih besar dan beragam. Selain itu, penggunaan *Transfer Learning* dapat mempengaruhi kinerja model jika data pelatihan sangat berbeda dengan data yang digunakan pada model *pre-trained*. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  JIFT: Jurnal Informatika | Peluang:  Terdapat beberapa peluang untuk penelitian lebih lanjut. Salah satunya adalah memperluas *dataset* dengan lebih banyak gambar dan variasi hewan. Selain itu, eksplorasi lebih lanjut dalam penggunaan berbagai arsitektur CNN dan model *pre-trained* dapat meningkatkan kinerja model. Terakhir, pengembangan aplikasi praktis dari model klasifikasi ini, seperti aplikasi ponsel atau sistem berbasis web, bisa menjadi peluang penting untuk menerapkan hasil penelitian ini dalam dunia nyata. |
| 3. | Judul:  Pengenalan Gestur Jari Tangan Sebagai Media Pembelajaran Berhitung Bagi Paud Berbasis Visi Komputer dan Deep Learning | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam konteks pengenalan gestur jari tangan sebagai media pembelajaran berhitung bagi anak paud, arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) mencapai akurasi hasil pelatihan 100% pada *epoch* ke-5, dengan total waktu komputasi 17,113 detik. CNN memerlukan waktu komputasi 12 detik pada setiap langkah (step) dan 3,366 - 3,452 detik pada setiap *epoch*-nya. Namun, saat dibandingkan dengan *MediaPipe*, hasil komparasi menunjukkan bahwa *MediaPipe* memiliki persentase akurasi rata-rata sebesar 89,9% dengan FPS (*frame* *per* *second*) antara 25-30, sedangkan CNN memiliki persentase akurasi rata-rata sebesar 20% dengan FPS antara 12-15. Performa CNN kurang optimal untuk deteksi objek secara *real-time* karena memerlukan proses pelatihan *dataset* gestur jari tangan yang membebani komputasi, sedangkan *MediaPipe* dirancang khusus untuk deteksi gestur tangan. |
| Peneliti:  Muhammad Rifki Pratama, Heri Pratikno, Yosefine Triwidyastuti, dan Musayyanah | Keterbatasan:  Kelemahan penelitian ini adalah performa CNN dalam deteksi objek *real-time* ternyata kurang optimal, dan metode ini lebih sesuai untuk klasifikasi citra. Selain itu, hasil pelatihan CNN mencapai akurasi 100%, tetapi performanya dalam proses pengujian (testing) tidak sebaik *MediaPipe*, yang memiliki akurasi yang lebih tinggi dan FPS yang lebih tinggi. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  COMPLETE: Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication, 2023 | Peluang:  Peluang dari penelitian ini adalah pengembangan lebih lanjut dengan membandingkan kinerjanya dengan arsitektur *deep learning* lainnya, seperti menggunakan *pre-trained network* model seperti LSTM, Faster-RCNN, dan ResNet5.0. Hal ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang metode terbaik untuk deteksi gestur jari tangan dalam konteks pembelajaran berhitung anak paud. Selain itu, pengembangan metode yang lebih efisien untuk CNN dalam deteksi objek *real-time* mungkin dapat meningkatkan kinerjanya, sehingga dapat menjadi lebih bersaing dengan *MediaPipe* dalam hal akurasi dan FPS. |
| 4. | Judul:  Augmentasi Data Pengenalan Citra Mobil Menggunakan Pendekatan Random Crop, Rotate, dan Mixup | Hasil Penelitian:  Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan pada tabel IV, penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan augmentasi data *random crop*, *rotation*, dan *mixup* memungkinkan model *Convolutional Neural* |
| Peneliti:  Joseph Senjaya dan Mewati Ayub | Keterbatasan:  Keterbatasan penelitian ini mungkin termasuk fokus pada satu jenis arsitektur CNN, yaitu ResNet. Selain itu, penelitian ini tidak mencakup semua metrik yang mungkin relevan untuk mengevaluasi kinerja model, seperti ukuran model dan kecepatan pengenalan. Dalam hal ini, hasil dari studi banding dengan arsitektur CNN lain dapat memberikan perspektif yang lebih komprehensif. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi 2020 | Peluang:  Peluang yang muncul dari penelitian ini adalah mengenai studi banding dengan arsitektur CNN yang lain, pengembangan augmentasi data, dan penggunaan *dataset* yang lebih luas. |
| 5. | Judul:  You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection | Hasil Penelitian:  Penelitian ini memperkenalkan YOLO, sebuah model yang menyatukan pendekatan untuk deteksi objek. Model ini dirancang dengan sederhana dan dapat dilatih langsung pada gambar utuh. YOLO juga diakui sebagai pendekatan tercepat dalam literatur untuk deteksi objek secara umum dan mendorong perkembangan dalam deteksi objek *real-time*. Selain itu, YOLO mampu memberikan hasil yang baik dalam berbagai domain, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang mengandalkan deteksi objek yang cepat dan andal. |
| Peneliti:  Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, dan Ali Farhadi | Keterbatasan:  Berdasarkan jurnal dan hasil penelitian, tidak ditemukan keterbatasan karena berhubung ini adalah sebuah penemuan yang menjadi titik tolak kemajuan algoritma YOLO |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2015 | Peluang:  Dikarenakan tidak adanya keterbatasan yang diberikan, kemungkinan peluang yang dapat diambil dari penelitian ini adalah mengenai pengaplikasian YOLO secara *real-time* dan pengaplikasian ke dalam berbagai hal. |
| 6. | Judul:  Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle | Hasil Penelitian:  Pada pengujian skenario pertama, kedua, dan keempat, objek doodle sepeda lebih mudah dikenali dibandingkan dengan keempat objek lainnya, dengan tingkat akurasi antara 93% - 98%, *recall* antara 86% - 93%, dan presisi antara 81% - 93%. Pada pengujian skenario ketiga, objek doodle baju lebih mudah dikenali dibandingkan dengan keempat objek lainnya, dengan akurasi sebesar 94%, *recall* sebesar 86%, dan presisi sebesar 83%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur LeNet-5 dalam penelitian ini lebih baik dalam mengenali objek doodle sepeda. |
| Peneliti:  Muhammad Rafly Alwanda, Raden Putra Kurniawan Ramadhan, dan Derry Alamsyah | Keterbatasan: |
| Penerbit dan Tahun Terbit: Jurnal Algoritme, 2020 | Peluang:  Peluang yang ada adalah melanjutkan penelitian ini dengan lebih banyak variasi objek doodle dan ukuran *dataset* yang lebih besar. Selain itu, eksplorasi lebih lanjut dalam pengoptimalan arsitektur CNN dan teknik pelatihan dapat meningkatkan akurasi dan kinerja sistem. Selain itu, penelitian ini juga dapat diterapkan pada berbagai aplikasi, seperti pengenalan objek dalam penggambaran tangan bebas atau dalam konteks *augmented reality*, yang bisa menjadi peluang penelitian lebih lanjut. |
| 7. | Judul:  YOLBO: You Only Look Back Once–A Low Latency Object Tracker Based on YOLO and Optical Flow | Hasil Penelitian:  Penelitian ini membangun pada paradigma pelacakan yang sudah berhasil dan dapat diterapkan pada berbagai kasus penggunaan dan tipologi perangkat keras yang berbeda. |
| Peneliti:  Daniel S. Kaputa, dan Brian P. Landy | Keterbatasan: |
| Penerbit dan Tahun Terbit: IEEE Access 2021 | Peluang:  Peluang yang bisa dikembangkan dari penelitian ini berkaitan dengan penelitian yang menggunakan *frame rate* dinamis, dan penggunaan YOLBO pada embedded DPGA Soc |
| 8. | Judul:  A Real-Time Method to Estimate Speed of Object Based on Object Detection and Optical Flow Calculation | Hasil Penelitian:  Dari penelitian ini didapatkan bahwa metode yang digunakan dapat mengestimasi kecepatan dari berbagai jenis objek. |
| Peneliti:  Kaizhan Liu, Yunming Ye, Xutao Li, dan Yan Li | Keterbatasan: |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Journal of Physics: Conference Series 2018 | Peluang:  Peluang yang dapat diambil dari penelitian ini adalah mengenai pengaplikasian di berbagai bidang yang memerlukan pengukuran kecepatan objek, juga dapat dikembangkan untuk mengukur atau menganalisis sebuah pergerakan. |
| 9. | Judul:  Mobile Eye-Tracking Data Analysis Using Object Detection via YOLO v4 | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode deteksi objek menggunakan YOLO v4 dapat digunakan untuk mendeteksi objek secara *real-time* dengan akurasi yang tinggi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa teknologi *mobile eye-tracking* dapat digunakan untuk menganalisis proses pembelajaran secara *real-time* dan memberikan umpan balik kepada guru. |
| Peneliti:  Niharika Kumari, Verena Ruf, Sergey Mukhametov, Albrecht Schmidt, Jochen Kuhn, dan Stefan Küchemann | Keterbatasan:  Keterbatasan yang terdapat dalam paper ini mengenai sampel yang digunakan terdiri dari 42 mahasiswa program studi ilmu Kesehatan, perangkat yang dibuat juga memiliki beberapa keterbatasan seperti sensitivitas terhadap cahaya dan gerakan kepala. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Sensor 2021 | Peluang:  Peluang yang dapat dilanjutkan dari penelitian ini adalah mengenai pengembangan teknologi tersebut yang lebih akurat dan dapat digunakan di berbagai macam lingkungan pembelajaran. |
| 10. | Judul:  Deteksi Masker Wajah Menggunakan Deep Transfer Learning dan Augmentasi Gambar | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknik *deep transfer learning* dan augmentasi gambar dapat meningkatkan kinerja model deteksi masker wajah secara signifikan. Penerapan kedua pendekatan tersebut memberikan kontribusi peningkatan kinerja sebesar 12-13%. Berdasarkan pengujian akhir model *deep learning* yang dibangun mencapai akurasi 98,3% dan skor F1 98,7% pada *dataset* validasi. Penelitian selanjutnya dapat diarahkan untuk mendeteksi hal yang lebih kompleks seperti mendeteksi penggunaan masker ganda (masker bedah dan masker kain). |
| Peneliti: Raden B. Hadiprakoso, dan Nurul Qomariasih | Keterbatasan: |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Jurnal Informatika dan Komputer 2022 | Peluang:  Peluang yang dapat dilanjutkan dari penelitian ini mengenai penerapan *deep learning* dan augmentasi dalam mendeteksi objek di berbagai bidang. |
| 11. | Judul:  Data Augmentasi Untuk Mengatasi Keterbatasan Data Pada Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) | Hasil Penelitian:  Dari penelitian ini menghasilkan model penerjemah alfabet BISINDO dengan algoritma CNN yang mencapai akurasi 94.38% padahal sebelumnya tanpa menggunakan *pre-processing* hanya mencapai akurasi 30%. |
| Peneliti:  Riestiya Zain Fadillah, Ade Irawan, dan Meredita Susanty | Keterbatasan:  Keterbatasan yang terdapat dari penelitian ini berupa ruang lingkup terjemahan yaitu alfabet. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Jurnal Informatika 2021 | Peluang:  Peluang yang dapat dilanjutkan adalah mengenai perluasan cakupan penerjemahan hingga pada penerjemahan kata dan kalimat. |
| 12. | Judul:  A Review of YOLO Algorithm Developments | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian ini mengidentifikasi bahwa YOLO versi-versi memiliki banyak perbedaan, tetapi masih memiliki beberapa fitur yang sama, sehingga tetap memiliki kemiripan. Ini menunjukkan bahwa ada ruang bagi penelitian lebih lanjut dalam pengembangan versi-versi YOLO, terutama dalam konteks implementasi skenario. |
| Peneliti:  Peiyuan Jiang, Daji Ergu, Fangyao Liu, Ying Cai, dan Bo Ma | Keterbatasan:  Keterbatasan makalah ini termasuk kurangnya fokus pada implementasi perbandingan, seperti analisis skenario, yang bisa menjadi area penelitian yang lebih mendalam. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Procedia Computer Science 2022 | Peluang:  Peluang yang dapat dilanjutkan dari penelitian ini mengenai implementasi YOLO. |
| 13. | Judul:  YOLO v3-Tiny: Object Detection and Recognition using one stage improved model | Hasil Penelitian:  Dari penelitian ini ditemukan bahwa YOLO v3-Tiny dapat meningkatkan kecepatan deteksi objek dengan akurasi yang bagus. |
| Peneliti:  Pranav Adarsh, Pratibha Rathi, dan Manoj Kumar | Keterbatasan:  Keterbatasan yang ada di dalam penelitian ini terkait penanganan pencahayaan yang kurang bagus, variasi skala objek dan kompleksitas latar belakang. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS) 2020 | Peluang:  Peluang yang ada di dalam penelitian ini berkaitan dengan meningkatkan akurasi lokalisasi target yang kecil, juga memperluas deteksi objek gambar statis. |
| 14. | Judul:  DC-YOLOv8: Small-Size Object Detection Algorithm Based on Camera Sensor | Hasil Penelitian:  Hasil penelitian ini adalah pengembangan algoritma deteksi objek berukuran kecil yang berbasis pada sensor kamera yang dikombinasikan dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Algoritma ini mencapai hasil yang lebih baik daripada algoritma-algoritma sebelumnya dalam hal akurasi dan kecepatan deteksi. Eksperimen dan pengujian dilakukan pada beberapa dataset, termasuk Visdrone, Tinyperson, dan PASCAL VOC2007, dan algoritma ini berhasil membuktikan keunggulannya dalam mendeteksi objek kecil dalam berbagai situasi kompleks. |
| Penulis:  Haitong Lou, Xuehu Duan, Junmei Guo, Haiying Liu, Jason Gu, Lingyun Bi, dan Haonan Chen | Keterbatasan:  Keterbatasan umum dalam penelitian deteksi objek mungkin termasuk performa yang kurang baik dalam situasi pencahayaan yang buruk, kebingungan dalam mengenali objek yang tumpang tindih, atau pengaruh latar belakang yang rumit. |
| Penerbit dan Tahun Terbit:  Electronics 2023 | Peluang:  Peluang yang dapat dilanjutkan atau dikembangkan adalah mengenai peningkatan algoritma deteksi objek untuk berbagai ukuran objek. Penelitian tersebut ingin mencapai tingkat akurasi yang lebih baik dalam waktu secepat mungkin. |
|  |  |  |

## **Landasan Teori**

### **Image Processing**

Citra adalah suatu gambaran atau kemiripan atau suatu imitasi dari suatu objek (Andono dkk., 2017; Hidayatullah, 2017). Pada umumnya citra dibagi menjadi dua jenis, yaitu citra analog dan citra digital (Iryanto & Zaini, 2014). Citra analog tidak dapat direpresentasikan oleh komputer. Agar komputer dapat mengolah citra analog tersebut, citra harus melewati proses sampling dan kuantisasi yang disebut “digitalisasi” di mana proses digitalisasi ini akan mengubah citra analog menjadi citra digital (Andono dkk., 2017). Proses digitalisasi ini akan memecahkan citra analog menjadi sejumlah baris dan kolom . Sehingga citra digital dapat dijelaskan sebagai ruang diskrit 2D yang berasal dari sebuah citra analog . Titik pertemuan antara baris dan kolom dalam citra digital disebut *pixel* (Andono dkk., 2017; Iryanto & Zaini, 2014).



Gambar 2. 1: Ilustrasi proses digitalisasi

Citra pada umumnya menyimpan banyak informasi. Namun, seringnya citra mengalami penurunan kualitas citra sehingga dibutuhkan sebuah pemrosesan citra untuk meningkatkan kualitasnya (Adhinata dkk., 2020; Hidayatullah, 2017; Panggalih dkk., 2022). Pemrosesan citra adalah bidang studi yang fokus pada pengolahan dan analisis data pada citra digital yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra. Tahapan pengolahan citra digital pada umumnya adalah akuisisi citra, peningkatan kualitas citra, segmentasi citra, ekstraksi fitur citra, dan klasifikasi citra (Adhinata dkk., 2020). Hasil dari pengolahan citra sebagian besar dapat mempengaruhi bagian tingkat tinggi selanjutnya untuk melakukan pengenalan dan pemahaman terhadap data citra (Chen dkk., 2021).

### **Augmentasi**

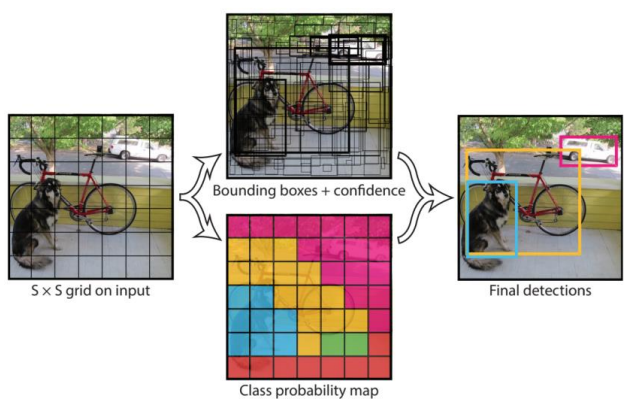
Augmentasi data adalah teknik untuk memperluas *dataset* pelatihan dengan membuat variasi pada data yang ada dengan memanipulasi transformasi dimensi gambar (Perez dkk., 2018; Sanjaya & Ayub, 2020). Teknik augmentasi data seperti *cropping*, *padding*, dan *flipping horizontal* bertujuan untuk meningkatkan kinerja model pembelajaran mesin dengan memberikan lebih banyak variasi pada data pelatihan, sehingga model dapat belajar fitur yang lebih umum dan dapat digeneralisasi dengan baik pada data baru. Selain itu, dengan augementasi pun dapat mengurangi *overfitting* seminimal mungkin. (Fadillah dkk., 2021; Perez dkk., 2018).



Gambar 2. 2: Ilustrasi proses augmentasi

### **You Only Look Once (YOLO)**

*You Only Look Once* (YOLO) adalah sebuah pendekatan baru untuk mendeteksi objek yang pertama kali dikenalkan pada tahun 2015 (Redmon dkk., 2015). Algoritma ini biasanya digunakan untuk mendeteksi objek secara *realtime*. YOLO menggunakan jaringan saraf tiruan untuk mempelajari pola-pola sehingga dapat mendeteksi dan mengenali objek sekaligus memprediksi *bounding* *box* dan kelasnya. YOLO merupakan algoritma *One-stage Detector* yang menggabungkan proses *region proposal* dan proses klasifikasi dalam satu *network* (Thoriq dkk., 2023). Hal inilah yang membedakan YOLO dengan algoritma dasarnya, CNN dan membuat YOLO dapat memprediksi kotak pembatas dan probabilitas kelas langsung dari gambar penuh dalam satu evaluasi (Jiang dkk., 2022). Hal ini bisa terjadi karena YOLO membagi gambar menjadi *grid* dan setiap sel bertanggung jawab untuk memprediksi sejumlah *bounding box* dan tingkat *confidence* dari setiap sel serta probabilitas kelas.



Gambar 2. 3: Ilustrasi cara kerja YOLO

Setiap *bounding box* akan mempunyai 5 elemen yang tersimpan baik di file .xml atau .txt. Elemen-elemen ini terdiri antara lain , dan , di mana dan adalah koordinat yang merepresentasikan titik tengah atau pusat dari *bounding box*, dan merupakan lebar dan tinggi dari *bounding box*, dan adalah jenis objek yang ada. Hal inilah yang membuat YOLO menjadi algoritma yang cepat dan akurat (Kaputa & Landy, 2021; Kumari dkk., 2021; Lou dkk., 2023).



Gambar 2. 4: Ilustrasi nilai yang merepresentasikan bounding box

Ultralytics merilis YOLO v8 yang dikembangkan dari versi-versi sebelumnya. Pada YOLO v8 ini terdapat beberapa perubahan pada arsitektur dan optimasi terhadap akurasinya (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023). Secara garis besar, arsitektur YOLO v8 terdiri dari tiga bagian utama: *backbone,* *neck,* dan *head* (Lou dkk., 2023).

*Backbone* bertugas sebagai penyaring fitur dasar dari gambar yang masuk. Pada YOLOv8, *backbone* atau tulang punggung menggunakan CSPDarknet53 yang dimodifikasikan. Ditahap ini, data input akan melewati lapisan konvolusi yang membantu mengekstraksi fitur-fitur lokal seperti tepi, sudut, dan tekstur, kemudian melewati lapisan *pooling* yang akan mengurangi dimensi spasial dari fitur-fitur tersebut. *Neck* yang berada di antara *backbone* dan *head* akan menyusun kembali fitur-fitur yang telah diekstrak oleh *backbone.* Penyusunan kembali ini akan melibatkan beberapa lapisan konvolusi dan *pooling* tambahan sehingga dapat membantu *neck* untuk menyusun kembali informasi yang relevan. Bagian terakhir adalah *head. Head* akan bertugas untuk mengklasifikasi, regresi, dan mendeteksi objek berdasarkan fitur-fitur yang telah disusun oleh *neck. Neck* bertujuan untuk mengintegrasikan informasi yang didapatkan sehingga menghasilkan representasi fitur yang lebih kompleks dan kuat (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023; Khare dkk., 2023; Lou dkk., 2023).



Gambar 2. 5: Arsitekstur YOLO v8

### **F1-Score**

*F1-score* adalah salah satu ukuran evaluasi performa model untuk tugas klasifikasi yang menggabungkan *precision* dan *recall* menjadi satu angka tunggal*. f1-score* berkisar antara 0 yang menunjukkan klasifikasi yang buruk, hingga 1 yang menunjukkan klasifikasi yang bagus. *F1-score* digunakan untuk mengevaluasi kinerja pengklasifikasi. Nilai *f1-score* didapatkan dari nilai rata-rata dari hasil *precision* dan *recall* dengan menggunakan persamaan:

(1)

Dimana:

(2)

Dan

(3)

(Fujino dkk., 2028).

### **Confusion Matrix**

*Confusion matrix* adalah tabel yang digunakan untuk mengevaluasi hasil pemodelan pada klasifikasi *dataset. Confusion matrix* nantinya akan menampilkan atau memvisualisasikan gambaran lengkap mengenai hasil klasifikasi yang tepat dan yang salah. Pada umumnya terdapat empat nilai utama dalam *confusion matrix,* yaitu 1) *true positive,* 2) *true negative,* 3) *false negative,* dan 4) *false negative* (Maurya dkk., 2021).

### **Mean Average Precision**

*Mean Average Precision* (mAP) adalah sebuah metrik evaluasi yang digunakan dalam bidang pemrosesan citra dan pengenalan objek, terutama dalam tugas deteksi objek. *Mean Average Precision* (mAP) mengukur sejauh mana model dapat mengidentifikasi objek dengan akurasi yang tinggi. *Mean Average Precision* (mAP) mengambil hasil dari *Precision-Recall* (P-R) *Curve* untuk setiap kelas objek dan kemudian menghitung *Average Precision* (AP) untuk setiap kelas berdasarkan *Area Under the Curve* (AUC) dari *P-R Curve* tersebut. Setelah itu, mAP mengambil rata-rata dari AP untuk semua kelas objek yang ada, sehingga semakin tinggi nilai mAP, semakin baik kinerja model deteksi objek tersebut (Maxwell dkk., 2021; Q. Wang dkk., 2018; Zhao & Li, 2020).

### **Skala Likert**

Skala Likert yang dikembangkan oleh Rensis Likert merupakan sebuah skala pengukuran kemampuan yang bertujuan untuk melihat tingkat persetujuan terhadap pertanyaan atau pernyataan yang diberikan (Suasapha, 2020). Kemampuan yang diukur ini akan dijabarkan menjadi beberapa indikator dan digunakan untuk menyusun instrumen. Bentuk kuesioner yang jamak ini adalah pernyataan yang disertai dengan skala pengukuran, di mana skala tersebut merupakan pilihan sikap terkait pernyataan yang mengikutinya. Karena itu, pilihan sikap yang sering kali dilihat pada kuesioner skala Likert biasanya mengenai persetujuan terhadap pernyataan atau pertanyaan terkait (Ayuka dkk., 2021; Suasapha, 2020).

Adapun jawaban instrumen dari skala Likert ini dikembangkan menjadi empat kategori, yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STJ) (Ayuka dkk., 2021).

### **Uji Validitas**

Uji validitas adalah pengujian terhadap alat ukur untuk melihat sejauh mana sebuah instrumen dapat mengukur apa yang akan diukur. Uji validitas juga digunakan agar dapat menguju ketepatan dan ketetapan suatu alat ukur yang digunakan sebagai pengukur (Ayuka dkk., 2021; Rosita dkk., 2021). Alat ukur atau kuesioner dinyatakan valid jika setiap butir pertanyaan dapat digunakan sebagai perantara untuk mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner. Valid dan tidaknya sebuah alat ukur dilihat dari nilai rhitung yang lebih besar dari rtabel (Budiyanta, 2018; Rosita dkk., 2021).

Untuk menghitung valid tidaknya sebuah alat ukur dapat dilihat pada persamaan 4.

(4)

Di mana:

= koefisien korelasi

= jumlah skor item

= jumlah skor total

= jumlah responden

(Budiyanta, 2018; Ernawati & Sukardiyono, 2017).

### **Uji Reliabilitas**

Uji reliabilitas digunakan untuk mengukur sejah mana instrumen atau alat ukur memiliki kekonsistenan untuk mengukur apa yang semestinya diukur. Pengujian ini dilakukan untuk melihat sejauh mana alat ukur dapat dipercaya atau diandalkan. Alat ukur dikatakan reliabel jika menghasilkan hasil yang sama meskipun dilakukan pengukuran berkali-kali (Ernawati & Sukardiyono, 2017; Rosita dkk., 2021). Uji reliabilitas ini dilakukan setelah alat ukur melewati pengujian validitas dan dinyatakan valid. Pengukuran ini akan menggunakan metode Cronbach’s Alpha yang menggunakan rumus seperti pada persamaan 5.

(5)

Di mana:

= koefisien reliabilitas

= jumlah butir pertanyaan sah

= jumlah varian butir

= jumlah skor total

(Rosita dkk., 2021).

### **Uji Kegunaan (Usability)**

Aspek *Usability* atau aspek kegunaan adalah aspek yang akan mengukur kemampuan produk sejauh mana produk dapat dipahami dan dipelajari oleh pengguna. *Usability* ini merupakan atribut yang berhubungan dengan upaya yang diperlukan ketika pengguna mulai menggunakan perangkat yang dibuat atau dihasilkan. *Usability* menggambarkan seberapa puas pengguna dalam mengoperasikan perangkat. Ada empat sub aspek yang akan diliat dari sisi *usability*, yaitu: (1) sub *understandability* yang akan mengukur kemampuan perangkat untuk dapat dipahami dengan mudah; (2) Sub *learnability* yang akan mengukur kemampuan perangkat lunak untuk dapat dipelajari dengan mudah; (3) Sub *operability* yang akan mengukur kemampuan perangkat untuk dapat dioperasikan dengan mudah; dan (4) sub *attractiveness* yang akan mengukur kemampuan perangkat lunak untuk dapat tampil menarik bagi pengguna (Ernawati & Sukardiyono, 2017; Kusuma dkk., 2016; Sufandi dkk., 2022).

Untuk menghitung kegunaan dari sebuah perangkat berdasarkan kuesioner akan melalui rumus pada persamaan 6.

(6)

(Sufandi dkk., 2022).

# **BAB III**

# **METODE PENELITIAN**



## **Gambaran Umum Penelitian**

Secara garis besar, alur dari penelitian yang akan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *python* ini dapat dilihat dari *flowchart* 3.2. Dari *flowchart* tersebut, terdapat empat proses utama dalam penelitian ini. Dalam proses *pre-procesing* dan modeling dapat di lihat secara rinci pada *flowchart* 3.1 dan 3.3. Untuk proses *pre-processing* akan menggunakan alat bantu Roboflow.



Gambar 3. 1: Flowchart pre-processing



Gambar 3. 2: Flowchart penelitian

Selanjutnya, detail dari keempat proses di atas dijelaskan pada poin-poin berikutnya.



Gambar 3. 3: Flowchart Modelling

## **Data**

*Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini adalah kumpulan gambar sesuai dengan kelas-kelas yang diambil. Sumber utama dari pengambilan gambar-gambar ini adalah internet seperti yang terlihat pada gambar 3.4. Data ini nantinya akan digabung menjadi satu *dataset* yang akan diuji. Total data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1200 gambar di mana masing-masing kelas terdiri dari 200 gambar.



Gambar 3. 4: Gambar kumpulan dataset sesuai kelas

## **Pre-Processing**

Dalam *pre-processing* gambar yang berguna untuk mengoptimalkan pelatihan model yang nantinya akan digunakan, terdapat beberapa proses yang akan digunakan.

### **Labeling**

*Labeling* adalah tahap awal untuk menentukan objek dari gambar yang mau dilatih. Dalam proses ini, tiap gambar akan dibuat *bounding box* dengan menggunakan *roboflow* yang dapat diakses dari link https://roboflow.com. Seperti yang sudah dijelaskan pada poin mengenai YOLO, *bounding box* ini berguna untuk menentukan objek-objek dalam sebuah gambar. Setelah dilakukan *bounding box*, maka akan tersimpan data yang mencatat nilai-nilai yang menunjuk keterangan dan koordinat dari objek tersebut seperti yang terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 5: Contoh gambar yang telah dilakukan labeling



Gambar 3. 6: Ilustrasi nilai bounding box

### **Rescale/Resize**

Pada tahap ini, gambar akan melalui tahan *rescale* dengan ukuran dua ukuran yang berbeda, yaitu 416 x 416, dan 608 x 608*.* Tahap ini dilakukan agar gambar mempunyai ukuran yang seragam sebelum masuk ke dalam tahap *training.* Adapun ukuran 416 x 416 adalah ukuran yang sering digunakan pada YOLO versi-versi sebelumnya dan efisien dalam hal komputasi serta dapat mendeteksi objek dari berbagai skala (Zhao & Li, 2020). Karena ukuran sebelumnya cocok untuk mendeteksi objek, peneliti mencoba menggunakan ukuran yang lebih besar yaitu 608 x 608 untuk melihat seberapa besar peningkatan model dalam mendeteksi objek (Q. Wang dkk., 2018).



Gambar 3. 7: Contoh hasil rescale

### **Augmentasi**

Dalam augmentasi gambar akan melewati beberapa proses. Proses-proses ini diambil berdasarkan keputusan dari uji coba dengan beberapa sampel gambar. Adapun proses-proses augmentasi tersebut adalah:

1. *Grayscale*
2. *Exposure*

Tingkat *exposure* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15%. Untuk tingkat yang lebih tinggi akan membuat gambar menjadi lebih terang dan/atau lebih gelap sehingga dapat sulit dalam mengenali objek.

1. *Rotation*

Tingkat rotasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10°.

1. *Flip*: Horizontal

*Flip* gambar yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *flip* secara horizontal.

Proses augmentasi ini bertujuan untuk menambah variasi dan jumlah data. Sehingga dapat mengoptimalkan dalam proses *training* dan menghindari *overfitting*.



Gambar 3. 8: Contoh hasil augmentasi

### **Data Split**

Pada penelitian ini, *dataset* yang berjumlah 1200 akan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *training, testing,* dan *validation*. Dikarenakan menggunakan Roboflow, maka ketika dataset terbentuk, Roboflow akan secara otomatis membagi dataset menjadi tiga bagian, seperti yang terlihat di gambar 3.8.



Gambar 3. 9: Data split dari Roboflow

## **Modeling**

Dalam proses modeling akan dilakukan beberapa tahap seperti pada gambar 3.3.

### **Mendapatkan Dependency Yolo Versi 8**

Untuk mendapatkan *dependency* yolo versi 8, pada tahap ini akan dilakukan penginstalan YOLO. Untuk menginstall dapat menggunakan dua cara, yaitu dengan menginstall *library* ultralytics *package* atau dengan mengloning *repository* yang sudah disiapkan pengembang dan menginstall persyaratannya (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023).

### **Mendapatkan Dataset dari Roboflow**

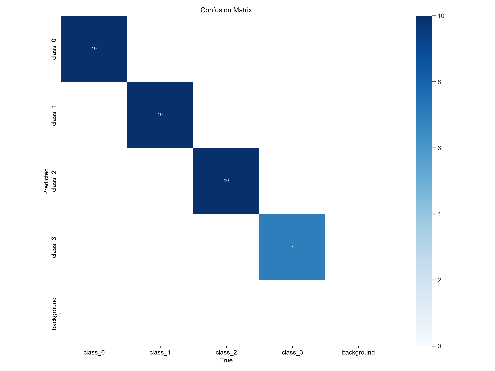
Dataset yang sebelumnya sudah dibuat di Roboflow akan diimpor ke dalam proyek. Untuk mengimpornya pun dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan *code* yang nantinya akan dimasukkan ke dalam proyek yang dibuat, atau dengan cara mendownload langsung datasetnya (Dwyer & Gallagher, 2023).

### **Train**

Pada tahap ini, dataset yang didapatkan dari Roboflow akan dilatih dengan *depedency* dari yolo versi 8 yang sebelumnya sudah didapatkan. Proses ini akan melibatkan beberapa parameter yang dapat mempengaruhi kinerja, kecepatan, dan akurasi model (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023).

## **Evaluate**

Untuk mengetahui hasil pelatihan model pada tahap sebelumnya, maka pada tahap selanjutnya akan dilakukan evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan melihat hasil *confusion matrix* yang berguna untuk memantau kesalahan kelas prediksi yang dilakukan model. Selain itu, evaluasi juga dilakukan dengan melihat grafik dari *mean average precision* (mAP)yang dapat menentukan sebaik apa model dapat mengenali objek.



Gambar 3. 10: Contoh confussion matrix

## **Skenario Pengujian**

Dalam penelitian akan dilakukan evaluasi terhadap skenario pengujian dengan memvariasikan variabel *pre-prosesing* dan augmentasi. Secara rinci terkait skenario pengujian dapat dilihat dari tabel 3.1.

Tabel 3. 1: Tabel skenario Pengujian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bantuan *Labeling* | *Pre-Processing* | | Jumlah *Epoch* |
| *Rescale/Resize* | Augmentasi |
| Roboflow | 416 x 416 | *Yes* | 200 |
| 608 x 608 |
| 416 x 416 | *No* |
| 608 x 608 |

## **Pengujian Kelayakan Kuesioner dan Kegunaan Hasil Akhir**



### **Waktu dan Tempat Pengujian**

Pengujian kelayakan hasil akhir ini akan dilakukan melalui kuesioner. Kuesioner ini nantinya akan dibagi menjadi dua bagian. Pertama, kuesioner yang ditujukan kepada orang tua yang memiliki anak-anak atau guru-guru di kelompok bermain (PAUD) yang menjadi titik fokus pada penelitian ini. Dan yang kedua, kuesioner akan disebarkan untuk diuji oleh orang-orang selain anak-anak. Kuesioner akan dilakukan dengan menyebarkan *link* hasil akhir dan *link* kuesioner ke masyarakat umum secara *online* selama seminggu.

### **Uji Kelayakan Kuesioner**

Uji kelayakan pada hasil penelitian ini berdasarkan aspek kegunaan dari penerapan algoritma You Only Look Once (YOLO) dalam pengenalan lingkungan sekitar bagi anak-anak. Tanggapan dari kuesioner ini akan mewakili empat sub aspek, yaitu pemahaman (*understandability*), pengoperasian (*operability*), daya tarik (*attractiveness*), dan kemampuan belajar (*learnability*). Adapun rincian dari keempat sub aspek tersebut dapat dilihat dari tabel 3.2 (Budiyanta, 2018; Ernawati & Sukardiyono, 2017).

Tabel 3. 2: Rincian Pernyataan Kuesioner

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Pernyataan** | **Sub Aspek** |
| 1 | Sistem kerja website mudah untuk dipahami | *Understandability* |
| 2 | Navigasi atau arahan website ini mudah dipahami | *Understandability* |
| 3 | Website menyediakan informasi yang cukup jelas | *Understandability* |
| 4 | Website berfungsi secara efisien dalam pengenalan objek dilingkungan sekitar | *Operability* |
| 5 | Kesulitan dalam menemukan fitur-fitur yang dibutuhkan | *Operability* |
| 6 | Desain antarmuka dapat dipahami dengan mudah | *Attractiveness* |
| 7 | Penggunaan warna, gambar, dan elemen desain menarik perhatian | *Attractiveness* |
| 8 | Penilaian terhadap desain keseluruhan dari website | *Attractiveness* |
| 9 | Website sangat mudah untuk dipelajari | *Learnability* |
| 10 | Tata cara penggunaan dapat dengan mudah diingat | *Learnability* |
| 11 | Hasil deteksi sesuai dengan objek yang dideteksi | *Learnability* |

Adapun ketentuan yang digunakan adalah ketentuan dari skala likert, sehingga ketentuan penilaian dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3. 3: Ketentuan skala likert

|  |  |
| --- | --- |
| **Skala** | **Nilai** |
| 1 | Sangat Tidak Setuju |
| 2 | Tidak Setuju |
| 3 | Setuju |
| 4 | Sangat Setuju |

* + - 1. Uji Validitas

Uji validitas akan digunakan untuk mengetahui kelayakan dari butir-butir dalam pertanyaan yang mendefinisikan variabel. Metode uji validitas yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode korelasi produk momen (*corellate bivariate pearson*) dengan 5% untuk rtabel signifikan (Rosita dkk., 2021).

* + - 1. Uji Reliabilitas

Berdasarkan poin 2.2.9, maka suatu instrumen dianggap reliabel apabila instrumen tersebut dapat dipercayai sebagai alat ukur dari penelitian. Uji reliabilitas pada penelitian ini akan menggunakan metode Cronbach's Alpha dengan rumus yang sesuai pada persamaan 5. Untuk mengetahui tinggi rendahnya reliabilitas dapat menggunakan kategori seperti pada tabel 3.4

Tabel 3. 4: Tingkat reliabilitas Cronbach's Alpha

|  |  |
| --- | --- |
| **Interval Reliabilitas** | **Kategori** |
| 0,80 < 𝑟 ≤ 1,00 | Reliabilitas sangat tinggi |
| 0,60 < 𝑟 ≤ 0,80 | Reliabilitas tinggi |
| 0,40 < 𝑟 ≤ 0,60 | Reliabilitas sedang |
| 0,20 < 𝑟 ≤ 0,40 | Reliabilitas rendah |
| 0,00 < 𝑟 ≤ 0,20 | Tidak reliabel |

(Ernawati & Sukardiyono, 2017).

### **Analisis Kegunaan (*Usability*)**

Setelah mengetahui bahwa instrumen yang hendak diukur adalah valid dan reliabilitas, maka akan dilakukan pengukuran kegunaan atau *usability.* Pengukuran *usability* akan dilakukan dengan menghitung presentasi jawaban dari responden dengan menggunakan rumus pada persamaan 6. Setelah data diperoleh, maka data akan dikonversi ke dalam kategorinya berdasarkan pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5: Kategori Kegunaan

|  |  |
| --- | --- |
| **Data (%)** | **Kategori** |
| < 21 | Sangat tidak layak |
| 21 – 40 | Tidak layak |
| 41 – 60 | Cukup |
| 61 – 80 | Layak |
| 81 – 100 | Sangat Layak |

(Kusuma dkk., 2016).

# **BAB VI**

# **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**



## **Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan adalah data-data *random* yang diambil dari internet. Data yang dikumpulkan ini kemudian dipilah sesuai kelas-kelas yang nantinya akan digunakan pada penelitian seperti pada gambar 3.3. Setelah terkumpul, data akan dimasukkan ke dalam projek yang sebelumnya sudah dibuat di Roboflow seperti yang dilihat pada gambar 4.1. Dengan demikian, maka data akan siap masuk pada tahap *pre-processing.*



Gambar 4. 1: Proses upload data ke Roboflow

## ***Pre-processing* Data**

Tahap *pre-processing* pada data akan melalui beberapa tahap seperti yang telah disebutkan pada bab 3.

### ***Annotate Image***

Pada tahap ini, gambar yang sebelumnya sudah diunggah ke *workshop* Roboflow akan dilakukan *annotate* atau melabelkan objek yang terdapat di dalam gambar. Pelabelan pada sebuah gambar tidak terpaku hanya pada satu objek. Jika di dalam gambar terdapat lebih dari satu objek yang jelas, maka objek tersebut akan dilabeli. Hal ini dapat terlihat seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2: Proses annotate di Roboflow

Seperti yang dijelaskan pada bagian 3.3.1 mengenai *labeling*, label atau *bounding box* yang dibuat ini akan menyimpan informasi-informasi yang dibutuhkan algoritma untuk proses pemodelan. Adapun data yang tersimpan seperti yang terlihat pada gambar 4.3. Data tersebut memuat mengenai *class* dari objek yang dilabel dan koordinat dari objek tersebut.

Gambar 4. 3: Data hasil labeling atau bounding box

### ***Rescale / Resize Image***

Setelah dilabel, gambar akan dijadikan dataset. Untuk dapat melakukan *resize* ditahap ini, terlebih dahulu mesti membuat sebuah versi dari dataset. Kemudian gambar akan diubah ukurannya sesuai dengan skenario pengujian pada tabel 3.1.



Gambar 4. 4: Proses resize pada dataset

*Resize* ini membuat semua gambar pada versi yang dipilih akan memiliki ukuran yang sama. Hal ini dilakukan agar dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data dan penggunaan sumber daya komputasi pada saat pemodelan nantinya (Iryanto & Zaini, 2014; Zhao & Li, 2020).

### ***Augmentasi Image***

Pada tahap ini akan dilakukan proses augmentasi seperti yang sudah dijelaskan pada bab 3.

1. 

Gambar 4. 5: Proses augmentasi dataset

* + - 1. *Grayscale*

Pada augmentasi untuk *grayscale,* akan dipilih tingkat *grayscale* sebesar 15%. Tingkatan ini dapat membuat variasi dataset yang signifikan jika dibandingkan dengan tingkatan di bawahnya juga tidak membuat gambar terlalu gelap sehingga dapat menghilangkan detail dari gambar.

* + - 1. *Exposure*



Gambar 4. 6: Proses exposure dataset

Seperti yang dijelaskan pada bab 3 di bagian 3.3.3, untuk *exposure* akan menggunakan tingkatan sebesar 15%.

* + - 1. *Rotation*



Gambar 4. 7: Proses rotation dataset

Pada tahap ini dataset akan dilakukan proses *rotation* dengan tingkatan sebesar 10%. Hal ini dilakukan agar terdapat beberapa variasi dataset yang memiliki titik yang berbeda dari gambar aslinya. *Rotation* ini akan membuat gambar memutar dengan sejumlah derajat tertentu (Perez dkk., 2018).

* + - 1. *Flip*

Proses ini nantinya akan membalikan gambar secara horizontal. Proses ini digunakan agar dataset memiliki variasi terhadap data dari beberapa sudut pandang.



Gambar 4. 8: Proses flip dataset

### ***Data Split***

Pada tahap *data split, s*etelah tahapan *pre-processing* dan augmentasi dilakukan, maka secara otomatis Roboflow akan menghitung total gambar kemudian membaginya ke dalam bagiannya masing-masing. Untuk pembagiannya akan menerapkan perbandingan 70:20:10 dengan rincian 70% untuk *train,* 20% untuk *valid,* dan 10% untuk *testing.*



Gambar 4. 9: Data split oleh Roboflow

Ditahap ini dataset dengan versinya telah siap digunakan ke dalam projek yang akan dibuat.

## **Modeling**

Proses pembuatan model dari YOLO ini nantinya akan dibuat dengan bantuan Kaggle Notebook. Hal ini dikarenakan platform ini menyediakan akses GPU dengan *limit* 30 jam setiap minggunya. Meskipun ada batasan, fitur ini sangat menguntungkan karena mampu menjalankan program yang membutuhkan GPU di dalamnya (A. Y. Wang dkk., 2021).

### **Menginstall YOLO**

Proses pembuatan model yang pertama kali dilakukan adalah dengan mendapatkan *depedency* YOLO terbaru yang sudah disiapkan oleh Ultralytics. Untuk mendapatkannya dapat dengan menginstall *library* yang sudah disiapkan seperti pada gambar 4.10. Setelah mendapatkan *depedency* dari Ultralytics, selanjutnya akan mengimpor YOLO ke dalam projek yang dibuat dengan menjalankan *code* seperti pada gambar 4.11. Dengan menjalankan kedua *code* tersebut, YOLO telah siap digunakan ke dalam projek untuk pembuatan model.



Gambar 4. 10: Mengimpor YOLO ke dalam projek



Gambar 4. 11: Code untuk menginstall library

### **Mengimpor Dataset**

Dataset yang sebelumnya sudah dibentuk di Roboflow akan diimpor ke dalam projek untuk membantu pembuatan model dengan *custom* dataset. Untuk mengimpor dataset, Roboflow sendiri telah memberikan kemudahan dengan *code* yang sudah disiapkan seperti yang dapat dilihat dari gambar 4.12. *Code* yang diberikan ini nantinya akan mengunduh dalam bentuk zip dan mengekstrak dataset versi pertama tersebut agar bisa dipakai. Jika dataset yang diimpor berhasil diunduh dan diekstrak dari bentuk zip-nya maka pada *output* yang dihasilkan akan terlihat seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4. 12: Code untuk mengimpor dataset dari Roboflow



Gambar 4. 13: Keterangan jika berhasil mengunduh dan mengekstrak dataset

Setelah berhasil diekstrak, dapat dilihat pada gambar 4.14 bahwa Roboflow telah membagikan dataset ke dalam foldernya masing-masing sesuai pembagian yang ada di bagian 4.2.4 sebelumnya mengenai *data split.* Pembagian dataset ini juga telah dilengkapi dengan label yang memiliki *extention* .txt. File inilah yang berisi data-data objek dari gambar sesuai pelabelan yang telah dilakukan. Selain itu, Roboflow juga telah membuat *file* data.yaml. *File* ini digunakan untuk mengonfigurasi dataset. Sehingga *file* data.yaml ini akan berisi informasi mengenai *path* dataset, kelas-kelas yang digunakan dalam model nantinya, dan beberapa informasi yang relevan. Secara lebih jelas terkait isi dari *file* data.yaml, dapat dilihat dari gambar 4.15.



Gambar 4. 14: Hasil ekstrasi dataset



Gambar 4. 15: Isi dari file data.yaml

### **Pelatihan Model**

Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk melakukan *training,* yaitu dengan melalui *python environment* dan melalui *Command Line Interface* atau CLI (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023). Pada tahap pembuatan model ini akan menggunakan cara CLI sehingga untuk *code* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.16. Pada gambar tersebut, di awal akan menginisialisasi variabel data\_yaml dengan *path* yang mengarah pada *file* data.yaml. Setelah itu, program akan menjalankan perintah untuk *training* pada *task detect.* Selanjutnya terdapat beberapa parameter tambahan, seperti pada *code* ini akan menggunakan model yolov8m.pt. Penggunaan parameter model yang sudah dilatih sebelumnya ini bertujuan untuk membantu pembuatan model baru sehingga pada saat pelatihan atau pembuatan model tidak memakan waktu dan daya komputasi yang berlebihan (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023). Jenis model yang digunakan ini adalah model yolov8 versi medium (yolov8m.pt). Hal ini dilakukan dengan mengingat bahwa ukuran gambar yang digunakan adalah ukuran medium sehingga dapat membantu meringankan beban komputasi (Zhao & Li, 2020).



Gambar 4. 16: Code untuk pembuatan model dengan custom dataset

Parameter selanjutnya yang diatur adalah *epoch.* Nilai *default* dari *epoch* adalah 100 *epoch.* Berdasarkan skenario pengujian pada tabel 3.1, maka nilai *epoch* akan diatur dengan nilai 200 *epoch*. Selanjutnya untuk parameter imgz (*image size*) akan diatur sesuai dengan ukuran dari dataset yang sebelumnya sudah dilakukan *resize*. Nilai imgsz ini akan mempengaruhi bagaimana model YOLO akan memproses gambar dan mendeteksi objek di dalamnya (Jocher & Sergiuwaxmann, 2023). Pada parameter terakhir yang diatur adalah terkait *plots*. Parameter ini akan menyimpan grafik-grafik hasil penelitian sehingga dapat membantu analisis di akhir nantinya. Terlepas dari parameter yang diatur, sebenarnya ada banyak parameter yang dijalankan atau diimplementasi di dalam pelatihan. Namun *value* dari parameter yang lain akan diatur sesuai dengan nilai *dafault.* Untuk lebih rinci dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17: Detail yang digunakan pada pelatihan

Pada tiap *epoch* nantinya akan ditampilkan nilai-nilai yang dapat digunakan untuk menganalisis performa dari model yang dibuat. Seperti yang terlihat pada gambar 4.18, terdapat nilai-nilai seperti nilai box\_loss, cls\_loss, df1\_loss, mAP50, dan nilai-nilai yang lain seperti yang ditampilkan pada gambar 4.18. Nilai-nilai ini juga akan disimpan ke dalam sebuah *file* csv yang nanti akan digunakan untuk menganalisis performa model.



Gambar 4. 18: Output dari rincian tiap epoch

Pelatihan yang dilakukan sebanyak 200 *epoch* ini akan dilakukan dengan *patience* dengan nilai 50 *epoch*. Sehingga ketika dalam 50 *epoch* terakhir tidak mengalami peningkatan pada performa maka pelatihan akan dihentikan. Hal ini dilakukan agar membantu untuk mencegah *overfitting*.

## **Analisis Hasil Pengujian**



### **Hasil Pelatihan Model**

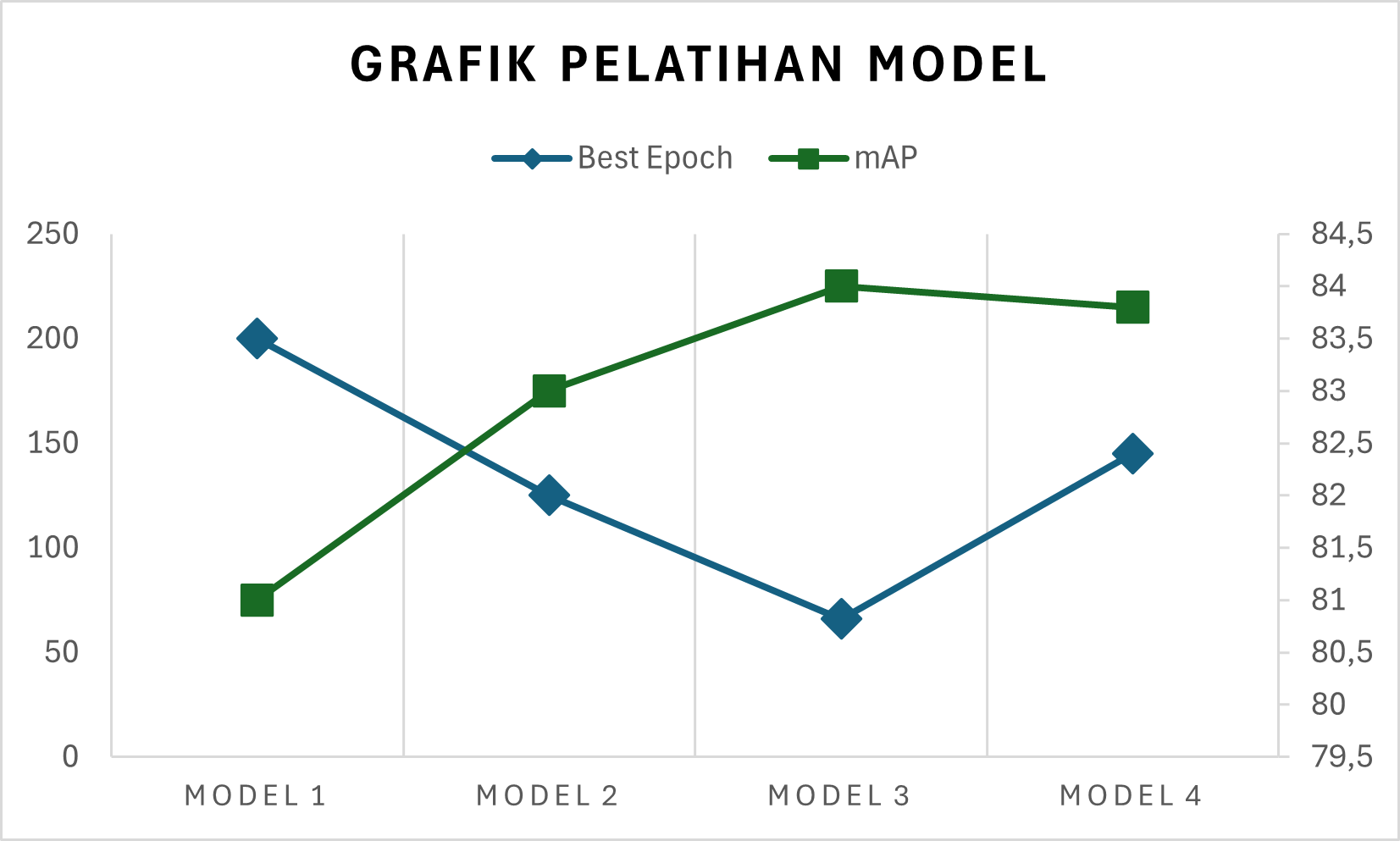
Berdasarkan skenario pengujian pada tabel 3.1, maka dilakukan pelatihan model sebanyak empat kali. Hasil dari pelatihan ini akan ditampilkan pada tabel 4.1. Pada tabel tersebut dapat dilihat

Tabel 4. 1: Hasil penelitian model berdasarkan skenario pengujian

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Summary Result** | | | | | |
| **Model** | **Epoch** | **mAP** | **Epoch Best** | **mAP** | **Jenis Dataset** |
| Model 1 | 200 | 0,816 | - | - | 608 & augmentasi |
| Model 2 | 175 | 0,821 | 125 | 0,83 | 416 & augmentasi |
| Model 3 | 116 | 0,812 | 66 | 0,84 | 416 !augmentasi |
| Model 4 | 195 | 0,833 | 145 | 0,838 | 608 !augmentasi |

bahwa pada pelatihan model pertama dengan dataset berukuran 608x608 dan memiliki augmentasi melalui pelatihan dengan 200 *epoch* dan mendapatkan mAP sebesar 81%, selanjutnya pelatihan pada model kedua berhenti pada *epoch* ke-175 dengan mAP 82% dan mAP terbaiknya didapatkan pada *epoch* ke-125 dengan mAP sebesar 82%. Berhentinya pelatihan ini karena selama 50 *epoch* terakhir tidak ada peningkatan mAP. Lebih lanjut lagi pada pemodelan ketiga mengalami kenaikan mAP pada *epoch* ke-66 dengan mAP sebesar 84% dan pada pemodelan keempat pada *epoch* ke-145 didapatkan mAP terbaiknya dengan nilai 83%. Secara lebih ringkas dapat dilihat pada gambar grafik 4.19.

Secara garis besar hasil yang didapatkan sudah cukup bagus dengan mAP terbesar didapatkan pada model ketiga. Namun secara detail dan dilihat dari grafik tersebut, perbedaan mAP tiap model tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga belum dapat menentukan apakah model tersebut merupakan model dengan hasil yang memuaskan (Karna dkk., 2023; Sholahuddin dkk., 2023). Perubahan yang kurang signifikan ini juga dapat dilihat pada perbandingan *precision* dan *recall* tiap model pada tabel 4.2.



Gambar 4. 19: Grafik pelatihan model

Tabel 4. 2: Tabel perbandingan precision, recall, dan validasi tiap model

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Model** | **Precision** | **Recall** | **Validasi** |
| model 1 | 0,84 | 0,75 | 0,821 |
| model 2 | 0,85 | 0,77 | 0,839 |
| model 3 | 0,83 | 0,78 | 0,839 |
| model 4 | 0,86 | 0,77 | 0,846 |

Pada proses validasi data pun tidak menemukan perbandingan yang signifikan di antara keempat model.

Dari hasil analisis, dapat disimpulkan sementara bahwa keempat model yang dievaluasi, yaitu model 1, model 2, model 3, dan model 4, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kinerja mereka. Hal ini dapat dilihat dari nilai mAP, *precision*, *recall*, dan validasi yang relatif serupa antara keempat model tersebut. Oleh karena itu, akan dilakukan pengembangan model dengan melibatkan penyesuaian *hyperparameter* untuk memperbaiki dan mengoptimalkan model.

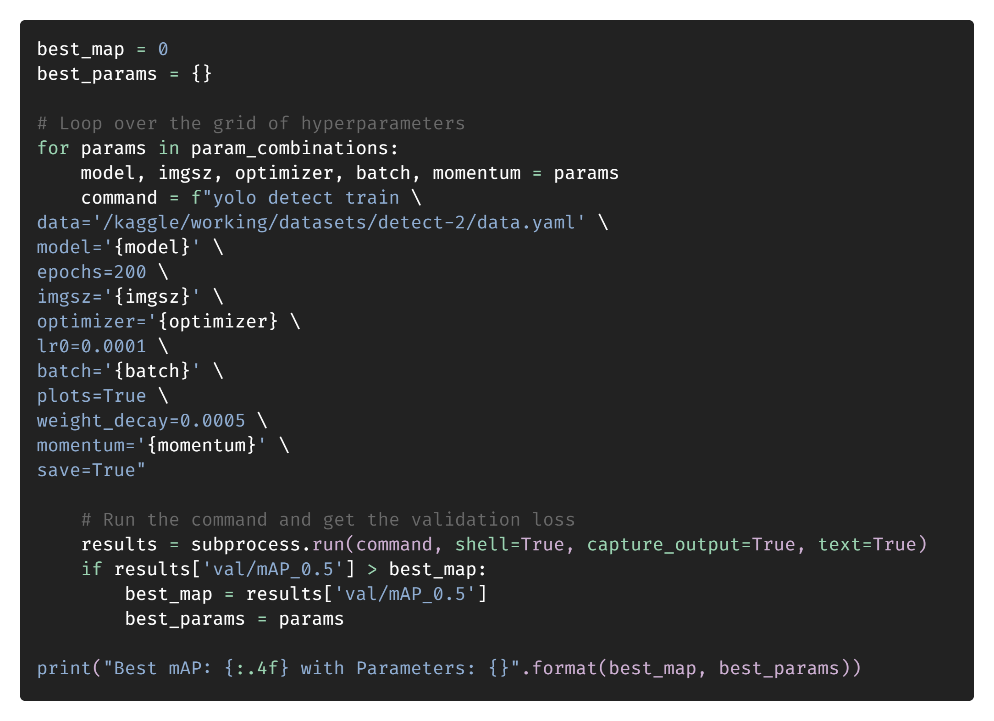
### **Uji Coba *Hyperparameter***

Pengujian ini hanya akan melibatkan dataset yang memiliki augmentasi dan akan dilakukan variasi pada ukuran datasetnya. Hal ini dilakukan untuk tetap menjaga variasi yang beragam dalam dataset. Pada pengujian menggunakan *hyperparemeter* ini akan menggunakan beberapa parameter yang akan membantu untuk pengoptimalan model seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.3. (Karna dkk., 2023; Sandhya & Kashyap, 2024; Sholahuddin dkk., 2023; Tamang dkk., 2023).

Tabel 4. 3: Rincian hyperparameter

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Hyperparameter** | **Variasi** |
| 1. | Model YOLO | yolov8n.pt |
| yolov8s.pt |
| yolov8m.pt |
| 2. | Ukuran Gambar | 240 |
| 256 |
| 416 |
| 3. | Batch | 16 |
| 32 |
| 64 |
| 4. | Momentum | 0,937 |
| 0,8 |
| 5. | Weight Decay | 0,0005 |
| 6. | Learning Rate | 0,0001 |
| 7. | Optimizer | adam |
| adamW |

Untuk melakukan pengujian di tiap parameter, maka sebelumnya akan mengombinasikan tiap parameter sehingga nantinya akan menjalankan *code* secara otomatis. Untuk mengombinasikan tiap parameter dapat dilihat pada gambar 4.20. Setelah itu, akan dilakukan perulangan tiap param\_combinations untuk memasukkan kombinasi-kombinasi tersebut ke dalam *code* untuk *training* menggunakan *hyperparameter.* Seperti yang terlihat pada gambar 4.21, pada *code* tersebut akan menerapkan konsep *grid search* untuk mencari parameter terbaik dengan membandingkan mAP yang dihasilkan dari tiap parameternya.



Gambar 4. 20: Code untuk melakukan training dan mencari best parameter



Gambar 4. 21: Code untuk mengombinasikan tiap parameter

### **Analisis Uji *Hyperparameter***

Uji coba dengan menggunakan *hyperparameter* ini membuat model mengalami kenaikan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan sebelumnya dengan melihat perbandingan mAP yang naik sekisar 3% – 4%. Pada pencarian parameter terbaik dengan menerapkan konsep seperti *grid search*, berhasil mendapatkan mAP sebesar 0.88971 dengan kombinasi parameter seperti pada gambar 4.23. Model yang dioptimalkan menggunakan *hyperparameter* ini ketika dilakukan validasi pun mendapatkan hasil yang bagus seperti yang terlihat pada gambar 4.24. Pada hasil validasi ini dapat dilihat bahwa selain objek sepatu, model telah dapat memprediksi tiap objek dengan baik yang ditunjukkan dengan hasil di atas 85%. Hal ini pun diperkuat dengan *confusion matrix* yang dapat dilihat dari gambar 4.23. Dari *confusion matrix* tersebut dapat dipastikan bahwa model memiliki *precision* dan *recall* yang tinggi untuk sebagian besar kelas objek, seperti handphone, jam, mobil, orang, dan tas. Namun dibalik itu, model ini memiliki *precision* dan *recall* yang rendah untuk kelas sepatu yang sering dideteksi sebagai *background*.



Gambar 4. 24: Hasil validasi terhadap model



Gambar 4. 22: Kombinasi parameter dengan hasil mAP tertinggi



Gambar 4. 23: Confusion matrix

Secara lebih lanjut, dapat dilihat pada gambar 4.25 yang menampilkan garis besar dari beberapa grafik yang menentukan perkembangan model. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa model menunjukkan performa yang baik dengan ditunjukkan pada grafik *loss* yang semakin menurun dalam proses pelatihan, grafik *precision, recall,* dan mAP yang tinggi. Kombinasi dari penurunan nilai *loss*, nilai *precision*, *recall* dan nilai mAP yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi objek dengan akurat dan efisien.



Gambar 4. 25: Kumpulan grafik evaluasi

## **Implementasi Aplikasi Deteksi Objek**



### ***Interface* Aplikasi**

Implementasi model ke dalam *interface* akan dibantu dengan *framework* Streamlit. Alasan mengapa menggunakan *framework* ini adalah karena pihak Streamlit telah menyediakan *cloud* khusus bagi para anggota komunitas untuk *deploy* hasil kerjanya (Sholahuddin dkk., 2023). Pada *website* ini akan terdapat beberapa fitur utama. Fitur-fitur tersebut antara lain mendeteksi gambar dengan mengunggah gambar atau dengan mengambilnya secara langsung, mendeteksi video dengan mengunggah video atau dengan beberapa video yang sudah disiapkan sebelumnya, mendeteksi dengan memasukan *link* YouTube, dan mendeteksi secara *realtime.* Pengimplementasian ini akan melibatkan beberapa *function* untuk mempermudah proses deteksi dengan model yang sudah dibuat sebelumnya.

Berikut adalah *interface* yang dibuat di Streamlit. Ketika pertama kali diakses maka akan menampilkan halaman seperti pada gambar 4.26. Pada halaman ini akan menampilkan *dropdown* dari menu-menu yang disediakan juga menampilkan video tutorial penggunaan *website.* Berikutnya tampilan pada gambar 4.27 adalah tampilan jika memilih menu gambar dan telah melakukan deteksi dengan mengunggah foto atau gambar. Dapat dilihat bahwa di bawah *dropdown* menu terdapat *tab* untuk memilih ingin menggunakan fitur yang sama. Hal ini pun berlaku pada tampilan jika memilih menu video seperti yang terlihat pada gambar 4.28. pada menu ini telah disediakan lima video yang dapat langsung digunakan untuk deteksi sehingga user tidak perlu mengunggah videonya sendiri. Selanjutnya pada gambat 4.29 dapat dilihat tampilan jika memilih menu youtube. Pada menu ini, user hanya perlu memasukan link YouTube yang sudah disalin dan menekan tombol ‘deteksi’. Terakhir adalah tampilan jika user memilih menu Real-Time. Seperti yang terlihat pada gambar 4.30, menu ini akan mendeteksi secara realtime menggunakan kamera baik ponsel maupun komputer.



Gambar 4. 27: Tampilan halaman jika memilih menu gambar



Gambar 4. 26: Tampilan halaman pertama ketika website diakses



Gambar 4. 28: Tampilan jika memilih menu video



Gambar 4. 29: Tampilan jika memilih menu youtube

### **Implementasi *Code* untuk Deteksi**

Terdapat beberapa *function* yang diimplementasi untuk menunjang proses deteksi di tiap menu. Pada gambar 4.31 adalah *code* yang digunakan untuk mendeteksi gambar yang diunggah oleh user. Pada gambar tersebut, jika terdapat *value* di variabel source\_img maka akan muncul tombol ‘deteksi’ yang akan memproses prediksi jika ditekan dan menampilkan hasil prediksi tersebut. Berikut pada gambar 4.32 adalah *function* yang digunakan untuk melakukan deteksi dan menampilkan hasil deteksi ke *frame* yang sudah disiapkan sebelumnya. Perlu diperhatikan bahwa nilai *confidence* yang digunakan pada tiap deteksi akan menggunakan *confidence* sebesar 0.5. Pada gambar 4.33 merupakan *function* untuk mengisi *link* YouTube yang disalin. Ketika tombol deteksi maka program akan *capture* tiap *frame* video dengan bantuan *library* open-cv dan mengirimnya ke *function* showDetectFrame. Selanjutnya terdapat *function* untuk memproses video yang diunggah user. Pada *function* yang dapat dilihat dari gambar 4.34 ini, setelah video diunggah, video akan disimpan pada penyimpanan sementara. Dari hasil penyimpanan ini, video akan diambil gambar tiap *frame* video kemudian mengirimkan hasil *capture* kepada *function* showDetectFrame. Setelah selesai dideteksi tiap *frame*, video yang disimpan di penyimpanan sementara akan dihapus. Algoritma ini juga digunakan pada *function* untuk mendeteksi video-video yang sudah disiapkan. *Function* selanjutnya yang digunakan adalah *function* take\_picture yang dapat dilihat pada gambar 4.35. *Function* ini akan mengambil foto atau gambar secara langsung menggunakan bantuan st.camera\_input(). Sama seperti video yang diupload, gambar ini pun akan disimpan di penyimpanan sementara. Kemudian gambar tersebut akan dikirim ke *function* showDetectShow untuk melakukan deteksi dan menampilkan hasil.  *Function* terakhir yang digunakan adalah *function* untuk membantu proses *realtime.* Proses ini akan menggunakan fitur webrtc\_streamer dari *framework* Streamlit. Ada beberapa konfigurasi yang diperlukan untuk dapat menjalankan fitur ini dengan baik. Hal utama yang diperlukan adalah konfigurasi rtc. Pada perubahan infrastruktur terbaru terkait webrtc\_streamer, ditetapkan harus menggunakan bantuan Twilio agar dapat menjalankan *live* tersebut. Selain itu, terdapat juga class VideoTransformer seperti yang terlihat pada gambar 4.37 yang digunakan untuk mendeteksi secara *realtime* tiap *frame* dari hasil *live* tersebut.



Gambar 4. 30: Tampilan ketika memilih menu Real-Time



Gambar 4. 31: Code untuk mendeteksi gambar yang diupload



Gambar 4. 32: Function untuk menampilkan gambar hasil deteksi



Gambar 4. 33: Function untuk mencari video dari link youtube



Gambar 4. 34: Function untuk memproses video yang diupload



Gambar 4. 35: Function untuk mengambil foto atau gambar secara langsung



Gambar 4. 36: Function untuk realtime



Gambar 4. 37: Code untuk mendeteksi realtime

Penerapan-penerapan *code* ini mampu menjalankan fitur-fitur yang sudah dibuat dengan Streamlit. *Code* ini akan disimpan di sebuah *repository* GitHub dan dihubungkan pada Cloud Community Share agar dapat diakses secara *online* baik dari ponsel maupun komputer.

## **Pengujian Kegunaan Aplikasi**



### **Uji Validitas**

Uji validitas akan dilakukan sebelum kuesioner akan disebarkan secara resmi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan sebuah instrumen yang akan diuji. Pada pengujian ini, kuesioner dan *website* akan disebarkan secara tertutup dengan mengirimkan *link* melalui media sosial WhatsApp kepada kenalan penulis. Adapun hasil dari kuesioner pengujian dari 25 responden dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4: Hasil kuesioner pengujian

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | T |
| R1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 40 |
| R2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 38 |
| R3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 43 |
| R4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 42 |
| R5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 34 |
| R6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 33 |
| R7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 43 |
| R8 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 37 |
| R9 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R10 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 40 |
| R11 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 42 |
| R12 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 43 |
| R13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 33 |
| R14 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 41 |
| R15 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 42 |
| R16 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 34 |
| R17 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 37 |
| R18 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 43 |
| R19 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 39 |
| R20 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 39 |

Dari tabel 4.4 tersebut, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai tiap pertanyaan sesuai dengan rumus pada persamaan 4. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5: Hasil perhitungan rHitung

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | |
| 0,83 | 0,64 | 0,61 | 0,56 | 0,49 | 0,66 | 0,77 | 0,63 | 0,84 | 0,52 | 0,80 |

Perhitungan nilai ini menggunakan bantuan Excel dengan menggunakan rumus . Selanjutnya untuk menentukan valid dan tidak validnya sebuah instrumen, nilai akan dibandingkan dengan nilai dengan distribusi signifikan sebesar 5%. Dikarenakan responden berjumlah 20 maka akan bernilai 0,423. Pada perbandingan ini, jika nilai lebih besar dari maka instrumen dikatakan valid, dan jika sebaliknya maka instrumen dikatakan tidak valid.

Secara lebih lanjut, hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat dari tabel 4.6.

Tabel 4. 6: Hasil uji validitas

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| rH | 0,83 | 0,64 | 0,61 | 0,56 | 0,49 | 0,66 | 0,77 | 0,63 | 0,84 | 0,52 | 0,80 |
| rT | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| K | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V |

Keterangan:

rH :

rT :

K : Keterangan

V : Valid

TV : Tidak Valid

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa tiap instrumen dikatakan valid dan siap untuk diuji secara umum.

### **Uji Reliabilitas**

Setelah melakukan uji validitas untuk melihat apakah tiap instrumen valid untuk diujikan, selanjutnya akan dilakukan uji reliabilitas untuk melihat apakah instrumen dapat konsisten dalam mengukur hal yang harus diukur. Untuk menghitung suatu reliabilitas akan menggunakan rumus pada persamaan 5. Dengan mengacu pada tabel 3.4 tentang tingkatan atau interval reliabilitas, maka akan dicari nilai .

Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai adalah 0.867. Selanjutnya jika dikaitkan dengan tabel 3.4 tentang tingkatan atau interval reliabilitas, maka diketahui bahwa instrumen tersebut memiliki reliabilitas sangat tinggi dengan nilai .

### **Uji *Usability***

Setelah melakukan uji validitas dan uji reliabilitas terhadap instrumen atau alat ukur pada kuesioner, maka selanjutnya kuesioner akan disebarkan secara terbuka. Adapun kuesioner akan berfokus pada guru-guru dari beberapa kelompok bermain, orang tua, dan masyarakat umum yang sebelumnya telah dibahas pada poin 3.7.1 terkait waktu dan tempat pengujian.

Dengan rentang waktu tujuh hari, berhasil mengumpulkan responden sebanyak 27 responden dengan masing-masing rincian dapat dilihat dari tabel 4.7 atau dengan melihat diagram pada gambar 4.38.

Tabel 4. 7: Rincian responden



Gambar 4. 38: Chart rincian responden

|  |  |
| --- | --- |
| Jumlah Responden Guru | 7 |
| Jumlah Responden Orang Tua | 11 |
| Jumlah Responden Masyarakat Luar | 9 |
| Total | 27 |

Selanjutnya untuk hasil kuesioner dapat dilihat pada tabel 4.8. Adapun keterangan dari tabel tersebut adalah:

1. R : Responden
2. St : Status
3. Q : *Question*
4. T : Total
5. G : Guru
6. OT : Orang Tua
7. MU : Masyarakat Umum

Tabel 4. 8: Tabel hasil kuesioner

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R | St | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | T |
| R1 | G | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R2 | OT | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 38 |
| R3 | G | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R4 | G | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R5 | G | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R6 | OT | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R7 | OT | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R8 | OT | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R9 | G | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 39 |
| R10 | OT | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 43 |
| R11 | G | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R12 | G | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 39 |
| R13 | G | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 40 |
| R14 | G | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R15 | OT | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 38 |
| R16 | OT | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R17 | OT | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| R18 | OT | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 41 |
| R19 | MU | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 42 |
| R20 | MU | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 41 |
| R21 | MU | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 41 |
| R22 | MU | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 41 |
| R23 | G | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 39 |
| R24 | G | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 39 |
| R25 | MU | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 41 |
| R26 | MU | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 41 |
| R27 | MU | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 40 |

Berikutnya dengan menggunakan rumus pada persamaan 6, maka akan dihitung nilai *usability*. Sebagai contoh maka akan dilakukan perhitungan untuk melihat *usability* dari responden pertama.

Dari perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa *usability* atau kegunaan dari responden pertama mendapat nilai 100. Dari hasil ini, nilai kemudian akan dikonversikan ke tabel kategorinya sesuai pada tabel 3.5. Secara lebih lengkap, hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.9 dengan keterangan:

1. SP (%) : Skor Persentase
2. SL : Sangat Layak
3. L : Layak
4. C : Cukup
5. TL : Tidak Layak
6. STL : Sangat Tidak Layak

Tabel 4. 9: Tabel hasil perhitungan usability

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **R** | **SKOR** | **SP (%)** | **K** |  | **R** | **SKOR** | **SP (%)** | **K** |
| R1 | 44 | 100 | SL | R15 | 38 | 86,4 | SL |
| R2 | 38 | 86,4 | SL | R16 | 44 | 100 | SL |
| R3 | 44 | 100 | SL | R17 | 44 | 100 | SL |
| R4 | 44 | 100 | SL | R18 | 41 | 93,2 | SL |
| R5 | 44 | 100 | SL | R19 | 42 | 95,5 | SL |
| R6 | 44 | 100 | SL | R20 | 41 | 93,2 | SL |
| R7 | 44 | 100 | SL | R21 | 41 | 93,2 | SL |
| R8 | 44 | 100 | SL | R22 | 41 | 93,2 | SL |
| R9 | 39 | 88,6 | SL | R23 | 39 | 88,6 | SL |
| R10 | 43 | 97,7 | SL | R24 | 39 | 88,6 | SL |
| R11 | 44 | 100 | SL | R25 | 41 | 93,2 | SL |
| R12 | 39 | 88,6 | SL | R26 | 41 | 93,2 | SL |
| R13 | 40 | 90,9 | SL | R27 | 40 | 90,9 | SL |
| R14 | 44 | 100 | SL | **Rata – Rata** | | **94,9** | **SL** |

Dari hasil tabel di atas dapat dilihat bahwa dari 27 responden kuesioner tersebut memberikan rata-rata nilai 97,9% dengan total keseluruhan sebesar 1127 dari 1188 skor harapan. Dengan hasil ini dan hasil konversi nilai dengan intervalnya, menunjukkan bahwa hasil perhitungan *usability* pada *website* deteksi objek memiliki nilai “sangat layak”.

# **BAB V**

# **PENUTUP**



## **Kesimpulan**

Berdasarkan rangkaian pelatihan, analisis, dan pengujian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari keempat macam uji skenario yang dilakukan, menghasilkan model yang kurang memiliki perbedaan yang signifikan dengan rata-rata mAP 0,831 atau 83%.
2. Sebagai bentuk pengembangan dari model sebelumnya, maka dilakukan *hyperparameter* dan menemukan parameter terbaik dengan nilai mAP sebesar 0,88971 atau 88%.
3. Instrumen pengukuran dari pengujian hasil akhir dari aspek *usability* memiliki validitas yang valid dan reliabilitas yang sangat tinggi.
4. Hasil pengujian hasil akhir dari segi *usability* yang dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada guru-guru, orang tua, dan masyarakat umum memiliki nilai “sangat layak” dengan rata-rata nilai 94,9%.

## **Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan selanjutnya, yaitu:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari sebab kesalahan prediksi yang dilakukan model, khususnya pada objek sepatu.
2. Memperbanyak variasi dataset dan objek sehingga model dapat mengenali objek yang lebih luas dan tepat.
3. Melakukan *hyperparamete optimization* dengan menggunakan *random search, bayesian search,* atau lainnya untuk mendapatkan konfigurasi parameter yang memberikan hasil yang baik.
4. Mengimplementasikan model pada *website* atau aplikasi yang lebih interaktif sehingga semakin dapat membantu anak-anak dalam pengenalan objek.
5. Melakukan pengujian dengan melihat sisi yang lain selain *usability* sehingga dapat melihat kelayakan hasil akhir dari beberapa sisi pengujian.

# **DAFTAR PUSTAKA**

Adarsh, P., & Rathi, P. (2020). YO LO v3-Tiny: Object Detection and Recognition using  one stage improved model. *International Conference on Advanced Computing & Communication Systems*, 687–694.

Adhinata, F. D., Wardhana, A. C., Rakhmadani, D. P., & Jayadi, A. (2020). Peningkatan Kualitas Citra pada Citra Digital Gelap. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, *4*(2), 136–144. https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i2.373

Aini, Q., Lutfiani, N., Kusumah, H., & Zahran, M. S. (2021). *Deteksi dan Pengenalan Objek dengan Model Machine Learning: Model YOLO*. *6*(2), 2502–2714.

Andono, P. N., Sutojo, T., & Muljono. (2017). *Pengolahan Citra Digital* (A. Pramesta, Ed.; 1 ed.). ANDI.

Ariansyah, D. S. (t.t.). Klasifikasi Hewan dengan Menggunakan Trasfer Learning Googlenet. *JIFT: Jurnal Informatika*.

Ayuka, F., Pradana, P., Universitas, M., & Wacana, K. S. (2021). Pengembangan Instrumen Penilaian Sikap Disiplin Menggunakan Skala Likert Dalam Pembelajaran Tematik Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Dasar*, *5*(1), 13–29. https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/fondatia

Budiyanta, N. E. (2018). Pengembangan Kelayakan Sistem Informasi Manajemen Untuk Workshop Dan Laboratorium. *JURNAL ELEKTRO*, *11*(1), 1–14.

Chen, H., Wang, Y., Guo, T., Xu, C., Deng, Y., Liu, Z., Ma, S., Xu, C., Xu, C., & Gao, W. (2021). Pre-Trained Image Processing Transformer. *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*, 12299–12310. https://github.

Dhiyatmika, I. D. W., Putra, I. K. G. D., & Mandenni, N. M. I. M. (2015). Aplikasi augmented reality magic book pengenalan binatang untuk siswa TK. *Lontar Komputer*, *6*(2), 120–127.

Dwyer, B., & Gallagher, J. (2023, Maret 16). *Getting Started with Roboflow*. Roboflow Blog. https://blog.roboflow.com/getting-started-with-roboflow/

Ernawati, I., & Sukardiyono, T. (2017). Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Administrasi Server. *Elinvo: Electronics, Informatics, and Vocational Educational*, *2*(2), 204–210.

Fadillah, R. Z., Irawan, A., Susanty, M., & Artikel, I. (2021). Data Augmentasi Untuk Mengatasi Keterbatasan Data Pada Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). *JURNAL INFORMATIKA*, *8*(2). http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ji

Fujino, A., Isozaki, H., & Suzuki, J. (2028). Multi-label Text Categorization with Model Combination based on F 1-score Maximization. *Proceedings of the Third International Joint Conference on Natural Language Processing*, 823–828.

Heri Pratikno, Muhammad Rifki Pratama, Yosefine Triwidyastuti, & Musayyanah. (2023). Pengenalan Gestur Jari Tangan Sebagai Media Pembelajaran Berhitung Bagi PAUD Berbasis Visi Komputer Dan Deep Learning. *Journal of Computer Electronic and Telecommunication*, *4*(1). https://doi.org/10.52435/complete.v4i1.355

Hidayatullah, P. (2017). *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata*. Informatika Bandung: Penerbit Informatika.

Iryanto, S. Y., & Zaini, T. M. (2014). *Pengolahan Citra Digital*. Anggota IKAPI.

Jiang, P., Ergu, D., Liu, F., Cai, Y., & Ma, B. (2022). A Review of Yolo Algorithm Developments. *Procedia Computer Science*, *199*, 1066–1073.

Jocher, G., & Sergiuwaxmann. (2023, Januari 9). *Ultralytics YOLOv8 Docs*. Ultralytics. https://docs.ultralytics.com

Kaputa, D. S., & Landy, B. P. (2021). YOLBO: You only Look Back Once-A Low Latency Object Tracker Based on YOLO and Optical Flow. *IEEE Access*, *9*, 82497–82507. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3080136

Karlina, O. E., & Indarti, D. (2019). Pengenalan Objek Makaxnan Cepat Saji pada Video dan Real Time Webcam Menggunakan Metode Youu Only Look Once (YOLO). *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, *24*(3), 199–208. https://doi.org/10.35760/ik.2019.v24i3.2362

Karna, N. B. A., Putra, M. A. P., Rachmawati, S. M., Abisado, M., & Sampedro, G. A. (2023). Toward Accurate Fused Deposition Modeling 3D Printer Fault Detection Using Improved YOLOv8 With Hyperparameter Optimization. *IEEE Access*, *11*, 74251–74262. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3293056

Khare, O. M., Gandhi, S., Rahalkar, A. M., & Mane, S. (2023). *YOLOv8-Based Visual Detection of Road Hazards: Potholes, Sewer Covers, and Manholes*. http://arxiv.org/abs/2311.00073

Kumari, N., Ruf, V., Mukhametov, S., Schmidt, A., Kuhn, J., & Küchemann, S. (2021). Mobile Eye-Tracking Data Analysis Using Object Detection via YOLO v4. *Sensors*, *21*(22). https://doi.org/10.3390/s21227668

Kusuma, W. A., Noviasari, V., & Marthasari, G. I. (2016). Analisis Usability dalam User Experience pada Sistem KRS-Online UMM menggunakan USE Questionnaire. *JNTETI: Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, *5*(4), 294–301.

Lou, H., Duan, X., Guo, J., Liu, H., Gu, J., Bi, L., & Chen, H. (2023). DC-YOLOv8: Small-Size Object Detection Algorithm Based on Camera Sensor. *Electronics (Switzerland)*, *12*(10). https://doi.org/10.3390/electronics12102323

Maurya, L. S., Hussain, M. S., & Singh, S. (2021). Developing Classifiers through Machine Learning Algorithms for Student Placement Prediction Based on Academic Performance. *Applied Artificial Intelligence*, *35*(6), 403–420. https://doi.org/10.1080/08839514.2021.1901032

Maxwell, A. E., Warner, T. A., & Guillén, L. A. (2021). Accuracy Assessment in Convolutional Neural Network-Based Deep Learning Remote Sensing Studies—part 1: Literature review. *Remote Sensing*, *13*(13). https://doi.org/10.3390/rs13132450

Musdalifah, Anas, M., & Sadaruddin. (2020). Peningkatan Kreativitas Anak Melalui Metode Discovery pada Pembelajaran Sains di Taman Kanak-Kanak Aisyiyah Bustanul Athfal Mario. *TEMATIK: Jurnal Pemikiran dan Penelitian Pendidikan Anak Usia Dini*, *6*(1), 42–52.

Panggalih, K., Kurniawan, W., & Gata, W. (2022). Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst, Sobel, Prewitt dan Canny. *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi*, *5*(2), 337–347. https://doi.org/10.29408/jit.v5i2.5923

Perez, F., Vasconcelos, C., Avila, S., & Valle, E. (2018). Data augmentation for skin lesion analysis. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *11041 LNCS*, 303–311. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01201-4\_33

Priyono, F. H., Rahmawati, A., & Pudyaningtyas, A. R. (2021). Kemampuan Berpikir Simbolik Pada Anak Usia 5-6 Tahun. *Jurnal Kumara Cendekia*, *9*(4), 212–217. https://jurnal.uns.ac.id/kumara

Rafly Alwanda, M., Putra, R., Ramadhan, K., & Alamsyah, D. (2020). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle. *Jurnal Algoritme*, *1*(1), 45.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2015). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 779–788. http://arxiv.org/abs/1506.02640

Rosita, E., Hidayat, W., & Yuliani, W. (2021). Uji Validitas Dan Reliabilitas Kuesioner Perilaku Prososial. *FOKUS (Kajian Bimbingan & Konseling dalam Pendidikan)*, *4*(4), 279. https://doi.org/10.22460/fokus.v4i4.7413

Sandhya, & Kashyap, A. (2024). A novel method for real-time object-based copy-move tampering localization in videos using fine-tuned YOLO V8. *Forensic Science International: Digital Investigation*, *48*. https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2023.301663

Sanjaya, J., & Ayub, M. (2020). Augmentasi Data Pengenalan Citra Mobil Menggunakan Pendekatan Random Crop, Rotate, dan Mixup. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, *6*(2). https://doi.org/10.28932/jutisi.v6i2.2688

Sholahuddin, M. R., Harika, M., Awaludin, I., Dewi, Y. C., Dhia Fauzan, F., Sudimulya, B. P., & Widarta, V. P. (2023). Optimizing YOLOv8 for Real-Time CCTV Surveillance: A Trade-off Between Speed and Accuracy. *Jurnal Online Informatika*, *8*(2), 261–270. https://doi.org/10.15575/join.v8i2.1196

Suasapha, A. H. (2020). Skala Likert Untuk Penelitian Pariwisata; Beberapa Catatan Untuk Menyusunnya Dengan Baik. *JURNAL KEPARIWISATAAN*, *19*(1), 26–37. https://doi.org/10.52352/jpar.v19i1.407

Sufandi, U. U., Priono, M., Aprijani, D. A., Wicaksono, B. A., & Trihapningsari, D. (2022). Uji Usabilityfungsi Aplikasi Web Sistem Informasi Dengan Use Questionnaire. (Studi Kasus: Aplikasi Web Sistem Informasi Tiras Dan Transaksi Bahan Ajar). *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, *19*(1), 24–34.

Supriadi, M. F., Rachmawati, E., & Arifianto, A. (2021). Pembangunan Aplikasi Mobile Pengenalan Objek Untuk Pendidikan Anak Usia Dini. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, *8*(2), 357–364. https://doi.org/10.25126/jtiik.2021824363

Tamang, S., Sen, B., Pradhan, A., Sharma, K., & Singh, V. K. (2023). Enhancing COVID-19 Safety: Exploring YOLOv8 Object Detection for Accurate Face Mask Classification. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering IJISAE*, *11*(2), 892–897. www.ijisae.org

Thoriq, M. Y. A., Permana, K. E., & Siradjuddin, I. A. (2023). Deteksi Wajah Manusia Berbasis One Stage Detector Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO). *JURNAL TEKNOINFO*, *17*(1), 66–73. https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/index

Wang, A. Y., Wang, D., Drozdal, J., Liu, X., Park, S., Oney, S., & Brooks, C. (2021). What Makes aWell-Documented Notebook? A Case Study of Data Scientists’ Documentation Practices in Kaggle. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. https://doi.org/10.1145/3411763.3451617

Wang, Q., Bi, S., Sun, M., Wang, Y., Wang, D., & Yang, S. (2018). Deep Learning Approach to Peripheral Leukocyte Recognition. *PLoS ONE*, *14*(6). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218808

Wu, X., Sahoo, D., & Hoi, S. C. H. (2020). Recent Advances in Deep Learning for Object Detection. *Neurocomputing*, *396*, 39–64. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.01.085

Yuni Wulandari, I., Indroasyoko, N., Mudia Alti, R., Asri, Y. N., & Hidayat, R. (2022). Pengenalan Sistem Deteksi Objek untuk Anak Usia Dini Menggunakan Pemrograman Python. *remik*, *6*(4), 664–673. https://doi.org/10.33395/remik.v6i4.11772

Zhang, S., Wang, T., Wang, C., Wang, Y., Shan, G., & Snoussi, H. (2019). Video Object Detection base on RGB and Optical Flow Analysis. *2019 2nd China Symposium on Cognitive Computing and Hybrid Intelligence (CCHI)*, 280–284. 10.1109/CCHI.2019.8901921

Zhao, L., & Li, S. (2020). Object Detection Algorithm Based on Improved YOLOv3. *Electronics (Switzerland)*, *9*(3). https://doi.org/10.3390/electronics9030537