



 **Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI MAINAN BERBASIS WEB DENGAN ALGORITMA YOLOv11

SKRIPSI

GILANG RIAN TO UTOMO 2107411029

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI MAINAN BERBASIS WEB DENGAN ALGORITMA YOLOv11

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan
untuk Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

GILANG RIAN TO UTOMO

2107411007

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gilang Rianto Utomo

NIM : 2107411029

Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer/Teknik Informatika

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI MAINAN
BERBASIS WEB DENGAN ALGORITMA YOLOv11

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil dari karya dari saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari ini terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 7 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Gilang Rianto Utomo

NIM 2107411029

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Gilang Rianto Utomo
NIM : 2107411029
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Pengembangan Sistem Klasifikasi Mainan Berbasis Web
Dengan Algoritma YOLOv11

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Selasa Tanggal 17,
Bulan Juni, Tahun 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan Oleh:

Pembimbing I : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom

Penguji I : Euis Oktavianti, S.Si., M.T.I

Penguji II : Iklima Ernisa Ismail, S.Kom., M.Kom.

Penguji III : Bambang Warsuta, S.Kom., M.T.I

Mengetahui

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Pengembangan Sistem Klasifikasi Mainan Berbasis Web dengan Algoritma YOLOv11", sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Maria Agustin, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan sabar, memberikan arahan, masukan yang membangun, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu dari penulis yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan dalam segala bentuk selama masa studi.
3. Seluruh teman-teman seangkatan dan sahabat yang telah berbagi ilmu, memberi semangat, serta membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan karya ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan dengan berlipat ganda. Penulis berharap semoga kontribusi ilmiah dalam skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 7 Juni 2025

Penulis,

Gilang Rianto Utomo



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gilang Rianto Utomo
NIM : 2107411029
Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI MAINAN BERBASIS WEB DENGAN ALGORITMA YOLOv11

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 10 Juli 2025

Yang Menyatakan,

Gilang Rianto Utomo
NIM 2107411029



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

PENGEMBANGAN SISTEM KLASIFIKASI MAINAN BERBASIS WEB DENGAN ALGORITMA YOLOv11

Abstrak

Pengelolaan mainan donasi dalam skala besar membutuhkan sistem yang efisien untuk menyortir dan mengklasifikasikan mainan berdasarkan bentuk visualnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi mainan berbasis web dengan memanfaatkan algoritma YOLOv11. Sistem ini dirancang untuk mengenali dan mengkategorikan mainan ke dalam empat kelas utama—animal, humanoid, vehicle, dan abstrak—melalui citra yang diperoleh secara real-time atau melalui unggahan gambar. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan dataset yang telah dianotasi dengan Label Studio dan dilatih menggunakan platform Google Colab. Evaluasi performa menunjukkan bahwa varian YOLOv11-Small memberikan hasil terbaik dengan nilai mAP50 sebesar 0.96. Sistem web dibangun menggunakan FastAPI pada sisi backend dan Next.js pada sisi frontend, serta diuji menggunakan metode black box dan confusion matrix. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem mampu menjalankan proses klasifikasi secara akurat, cepat, dan responsif.

Kata Kunci : *Klasifikasi mainan, YOLOv11, FastAPI, Next.js, computer vision, deteksi objek, web application, artificial intelligence.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengolahan Donasi Mainan.....	5
2.2. Citra.....	6
2.3. Python.....	6
2.4. Computer Vision.....	7
2.5. Deep learning.....	8
2.6. YOLO.....	8
2.7. FastAPI.....	9
2.8. Next.js.....	9
2.9. Black Box Testing.....	10
2.10. Metode Waterfall.....	10
2.11. Penelitian Terdahulu.....	11



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB III.....	15
METODE PENELITIAN.....	15
3.1. Rancangan Penelitian.....	15
3.2. Tahapan Penelitian.....	15
3.2.1. Pengumpulan data.....	16
3.2.2. Pelabelan data.....	16
3.2.3. Pre-Processing data.....	16
3.2.4. Pelatihan model.....	17
3.2.5. Pengembangan sistem.....	17
3.2.6. Evaluasi sistem.....	17
3.2.7. Penulisan laporan.....	18
3.3. Objek Penelitian.....	18
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	18
BAB IV.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1. Analisis Kebutuhan.....	19
4.1.1. Kebutuhan Fungsional.....	19
4.1.2. Kebutuhan Non-Fungsional.....	19
4.2. Perancangan Sistem.....	20
4.2.1 Use Case Diagram.....	20
4.2.2 Activity Diagram.....	21
4.3. Pengolahan Data.....	23
4.4. Pelatihan Data.....	25
4.5. Perancangan Antarmuka.....	30
4.5.1. Halaman Login.....	31
4.5.2. Halaman Dashboard.....	32
4.5.3. Halaman Deteksi.....	33



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.5.4. Halaman Performance Tuning.....	34
4.6. YOLOv11.....	35
4.7. Implementasi Sistem.....	37
4.7.1 Endpoint Manajemen Pengguna.....	38
4.7.2 Endpoint Model.....	39
4.7.3 Endpoint Untuk Menampilkan Statistik.....	39
4.7.4 Endpoint Untuk Manajemen Token.....	40
4.8. Pengujian.....	40
4.9. Deskripsi Pengujian.....	41
4.9.1 Metode Pengujian.....	41
4.9.2 Tujuan Pengujian.....	42
4.10. Prosedur Pengujian.....	42
4.11. Data hasil pengujian.....	44
4.12. Evaluasi dan analisis data.....	46
BAB V.....	51
PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 4.1 Rincian dataset.....	25
Tabel 4.2 Hasil pelatihan split 60:40.....	28
Tabel 4.3 Hasil pelatihan split 70:30.....	29
Tabel 4.4 Hasil pelatihan split 80:20.....	29
Tabel 4.5 Hasil pelatihan split 90:10.....	29
Tabel 4.6 Skenario Pengujian.....	42
Tabel 4.7 Hasil Pengujian.....	44





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Tahapan Penelitian.....	15
Gambar 4.1 Use case diagram.....	20
Gambar 4.2 Activity diagram login.....	21
Gambar 4.3 Activity diagram inference.....	22
Gambar 4.4 Citra dalam dataset.....	23
Gambar 4.5 Flowchart Alur Pre-processing.....	24
Gambar 4.6 Mounting directory Google Drive.....	26
Gambar 4.7 File konfigurasi .yaml.....	26
Gambar 4.8 Parameter training.....	27
Gambar 4.9 Proses training model.....	28
Gambar 4.10 Halaman Login.....	31
Gambar 4.11 Halaman Dashboard.....	32
Gambar 4.12 Halaman Deteksi.....	33
Gambar 4.13 Halaman Tuning.....	34
Gambar 4.14 FastAPI.....	37
Gambar 4.15 Confusion Matrix.....	46
Gambar 4.16 Kurva F1-Confidence.....	47
Gambar 4.17 Kurva Precision-Confidence.....	48
Gambar 4.18 Kurva Precision-Recall.....	49
Gambar 4.19 Perbandingan mAP ukuran model.....	50

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mainan memiliki peran penting dalam mendukung perkembangan fisik, emosional, dan sosial anak-anak. Namun, banyak mainan yang dibuang begitu saja ketika anak-anak merasa bosan atau mainan tersebut mengalami kerusakan (Luen et al., 2024). Sebagian besar mainan terbuat dari plastik dengan tambahan komponen lain, seperti logam, karet, atau material elektronik, yang membuat proses daur ulang menjadi rumit dan memakan waktu.

Hal ini tentunya memiliki dampak terhadap beban lingkungan global. Dalam konteks *Sustainable Development Goals* (SDG), target SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), khususnya target 12.5 yang mendorong pengurangan limbah melalui pencegahan, pengurangan, daur ulang, dan penggunaan kembali (United Nations, 2025), upaya untuk memperpanjang siklus hidup mainan menjadi subjek yang relevan.

Untuk menjawab tantangan tersebut, berbagai inisiatif kini berupaya memperpanjang siklus hidup mainan, mulai dari perbaikan, redistribusi, hingga pengolahan ulang menjadi instalasi kreatif atau bahan edukasi. Inisiatif ini tidak hanya mengurangi jumlah mainan yang layak pakai menuju ke tempat pembuangan akhir, tetapi juga memberi nilai tambah sosial dan edukatif bagi masyarakat.

Meskipun telah memberikan kontribusi dalam memperpanjang siklus hidup mainan, salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah proses *pre-processing* (Lee et al., 2021), khususnya dalam pemilahan donasi yang diberikan oleh masyarakat. Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat yang secara langsung mempengaruhi volume donasi setiap bulan, metode pemilahan manual

dikhawatirkan tidak lagi memadai untuk mendukung proses pengelolaan inventaris.

Untuk mengatasi tantangan ini, akan dikembangkan sistem berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) guna meringankan proses pengolahan mainan donasi. Sistem ini dirancang untuk mengklasifikasikan mainan hasil donasi ke dalam beberapa kategori secara otomatis. Implementasi teknologi kecerdasan buatan ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pemrosesan mainan serta mengelola data mainan secara lebih terstruktur.

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana mengembangkan model AI yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan jenis mainan secara akurat?
- Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem antarmuka berbasis web untuk mengelola data hasil pengenalan dan proses pemilahan?

1.3. Batasan Masalah

- Penelitian ini hanya mencakup pengembangan sistem berbasis web dengan YOLOv11 untuk pengenalan objek
- Penelitian ini tidak akan mencakup aspek Internet of Things (IoT) sesuai dengan jurusan yang ditempuh.
- Sistem yang dikembangkan khusus untuk mendeteksi mainan dengan dimensi lebih kecil dari 1 m³.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1.4. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama yang terkait dalam rangka mengembangkan sistem pengelolaan mainan, yaitu:

- Menghasilkan model AI yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan jenis mainan dengan akurat.
- Menghasilkan dan mengimplementasikan sistem antarmuka berbasis web untuk mengelola data hasil pengenalan dan proses pemilahan

Adapun manfaat-manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini, antara lain:

- Penelitian ini diharapkan untuk memudahkan proses pemilahan dan proses pengelolaan mainan donasi.
- Penelitian ini diharapkan untuk dapat memfasilitasi upaya mengurangi jumlah mainan dari tempat pembuangan akhir.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, permasalahan yang dihadapi, serta batasan dan tujuan dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang digunakan dalam penelitian serta membahas penelitian terdahulu

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian, serta objek yang menjadi fokus utama penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis dan perancangan sistem, implementasi sistem, serta pengujian yang dilakukan terhadap sistem manajemen kemitraan berbasis web yang telah dikembangkan.

BAB V PENUTUP

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya guna pengembangan lebih lanjut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengolahan Donasi Mainan

Pengolahan mainan donasi merupakan tahap penting dalam memastikan bahwa mainan yang diterima dari masyarakat dapat dimanfaatkan secara optimal. Donasi mainan seringkali datang dalam kondisi dan bentuk yang beragam, mulai dari mainan yang masih berfungsi baik hingga yang memerlukan perbaikan atau penyesuaian. Keberagaman ini menghadirkan tantangan tersendiri dalam proses penyortiran dan pengelolaan inventaris (Chen, Lu & Singh, 2022).

Agar proses distribusi dan pemanfaatan mainan dapat dilakukan secara efisien, diperlukan sistem klasifikasi yang sistematis. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah membagi mainan ke dalam beberapa kategori berdasarkan bentuk dan karakteristik visualnya, seperti animal (mainan berbentuk hewan), humanoid (menyerupai manusia), vehicle (berbentuk kendaraan seperti mobil atau truk), dan abstrak (tidak termasuk kategori utama). Klasifikasi ini membantu dalam pengorganisasian stok, menentukan metode penanganan lanjutan, serta menyesuaikan mainan dengan program atau kegiatan yang relevan (Chen, Lu & Singh, 2022). Dengan pengolahan yang tepat, mainan donasi dapat dialihkan ke berbagai tujuan, termasuk perbaikan dan redistribusi, penggunaan dalam program edukatif dan kegiatan anak, maupun konversi menjadi produk kreatif (Martínez & Cho, 2020).

2.2. Citra

Citra merupakan representasi visual suatu objek yang umumnya disimpan dalam format digital sebagai matriks piksel. Citra digital biasanya memiliki dimensi dua (2D), di mana setiap piksel berisi informasi tentang warna atau intensitas cahaya. Pengolahan citra digital melibatkan serangkaian teknik untuk memodifikasi atau memperoleh informasi dari citra, yang diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pengenalan pola, analisis medis, dan pemantauan lingkungan. Metode analisis citra digital meliputi segmentasi, deteksi tepi, dan ekstraksi fitur, yang memungkinkan identifikasi pola atau klasifikasi objek dalam citra.

Proses pengolahan citra digital mencakup beberapa tahap, mulai dari akuisisi citra, pra-pemrosesan, hingga analisis dan interpretasi data. Teknik-teknik seperti filtering dan transformasi citra sering digunakan untuk meningkatkan kualitas visual atau mengidentifikasi fitur penting (Fitriah & Wihandika, 2021). Selain itu, algoritma machine learning, terutama deep learning, semakin banyak diterapkan untuk pengenalan pola dan klasifikasi citra, karena kemampuannya dalam menangani data visual yang kompleks. Pendekatan berbasis deep learning memungkinkan pengolahan citra menjadi lebih efisien dan akurat, sehingga semakin mendukung pengembangan teknologi di berbagai sektor.

2.3. Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang bersifat *interpreted*, *object-oriented*, dan *dynamically typed* (Kohn et al., 2020). Bahasa ini menjadi salah satu bahasa paling populer di dunia pemrograman, terutama dalam bidang *data science*, *machine learning*, dan pengembangan web.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Salah satu keunggulan utama Python adalah sintaksisnya yang mudah dibaca dan dipelajari, sehingga cocok sekaligus efisien untuk pengembangan proyek skala besar maupun kecil serta menawarkan jangkauan fleksibilitas yang luas. Python juga mendukung integrasi dengan berbagai platform *cloud computing* dan *hardware acceleration* seperti GPU melalui CUDA, yang sangat penting dalam pelatihan model deep learning.

2.4. Computer Vision

Computer Vision (CV) merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan dan ilmu komputer yang berfokus pada kemampuan komputer untuk mengenali, menganalisis, dan memahami objek serta informasi visual. CV bertujuan untuk meniru fungsi penglihatan makhluk hidup, seperti mendeteksi objek, mengenali wajah, dan memahami konteks dalam gambar atau video. Teknologi ini telah diterapkan secara luas di berbagai bidang, termasuk pengenalan wajah pada perangkat pintar, pengoperasian kendaraan otonom, serta sistem pengawasan lalu lintas (Marpaung et al., 2022).

Seiring dengan kemajuan teknologi, aplikasi CV semakin berkembang dan memberikan dampak yang lebih luas. Dengan dukungan algoritma modern, terutama yang berbasis deep learning, CV mampu memberikan solusi yang lebih akurat dan efisien untuk berbagai tantangan visual, sehingga terus mendorong inovasi di berbagai sektor industri.

2.5. Deep learning

Deep learning adalah cabang dari pembelajaran mesin (*machine learning*) yang menggunakan jaringan syaraf tiruan berlapis-lapis (*deep neural networks*) untuk mempelajari representasi data secara hierarkis. Teknik ini telah menjadi fondasi dari banyak terobosan di berbagai bidang, termasuk pengenalan gambar, pemrosesan bahasa alami, dan analitik data besar. Salah satu keunggulan utama deep learning adalah kemampuannya untuk mengekstrak fitur kompleks dari data tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur manual yang mendalam (Bengio et al., 2019).

Dalam bidang pengenalan gambar, deep learning telah digunakan untuk deteksi objek, segmentasi gambar, dan pengenalan wajah, seperti yang ditunjukkan oleh aplikasi dalam sistem pengawasan dan kendaraan otonom (Marpaung et al., 2022). Sementara itu, di bidang kesehatan, model deep learning membantu analisis citra medis, diagnosis penyakit, dan perencanaan perawatan pasien (Esteve et al., 2019). Keberhasilan ini sebagian besar bergantung pada kemampuan deep learning untuk menangani data besar dan belajar dari pola kompleks yang tersembunyi dalam data.

2.6. YOLO

YOLO, singkatan dari *You Only Look Once*, adalah sebuah algoritma deteksi objek yang berbasis pada Convolutional Neural Network (CNN). Algoritma ini telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang, baik di lingkungan akademis maupun industri, karena kemampuannya yang andal dalam memproses citra. Dengan menggunakan pendekatan satu tahap (*single-stage*), YOLO mampu mendeteksi dan merepresentasikan objek yang diinginkan dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Keunggulan utama YOLO terletak pada kecepatannya dalam memproses gambar dan video secara real-time, membuatnya lebih efisien dibandingkan algoritma lain seperti R-CNN dan Fast R-CNN (Chandana & Ramachandra, 2022). Hal ini menjadikan YOLO sebagai pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan deteksi objek secara cepat, seperti pengawasan keamanan, kendaraan otonom, dan analisis video. Algoritma ini mampu memproses seluruh gambar sekaligus, alih-alih memecahnya menjadi bagian-bagian kecil, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga mempertahankan konteks spasial dari objek dalam citra.

2.7. FastAPI

FastAPI merupakan sebuah framework web modern berbasis Python yang digunakan untuk membangun aplikasi web dan API yang cepat, ringan, dan efisien. Framework ini dibangun di atas *Starlette* untuk bagian web serta *Pydantic* untuk validasi data, menjadikannya sangat cocok dalam pengembangan API berbasis REST dengan kecepatan tinggi dan dokumentasi otomatis (Ma, 2024).

Salah satu keunggulan utama FastAPI adalah dukungannya terhadap anotasi tipe data Python (*type hints*), yang memungkinkan validasi data secara otomatis serta pembuatan dokumentasi API langsung menggunakan standar OpenAPI dan JSON Schema. Hal ini mempermudah proses pengembangan, pengujian, serta integrasi sistem, dan menjadi fitur penting dalam pengembangan sistem berbasis data atau machine learning (Islam et al., 2023).

2.8. Next.js

Next.js adalah framework open-source berbasis JavaScript yang dibangun di atas React.js untuk mendukung pengembangan aplikasi web dengan kemampuan rendering sisi server (*server-side rendering* / SSR), pembuatan halaman statis (*static site generation* / SSG), dan rendering dinamis. Next.js dikembangkan oleh Vercel dan dirancang untuk memungkinkan pengembangan aplikasi yang cepat, responsif, dan mudah dipelihara (Pati et al., 2021).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Salah satu fitur unggulan Next.js adalah fleksibilitas dalam metode *rendering*. Pengembang dapat memilih apakah suatu halaman dirender secara statis saat build time, secara dinamis saat runtime, atau secara hibrid sesuai kebutuhan. Fitur ini sangat bermanfaat untuk aplikasi yang membutuhkan waktu muat cepat namun tetap bersifat dinamis, seperti dashboard data, e-commerce, dan sistem manajemen konten.

2.9. Black Box Testing

Black Box Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem tanpa mempertimbangkan struktur kode internal. Penguji hanya mengetahui input dan output dari sistem, namun tidak memiliki pengetahuan tentang bagaimana sistem tersebut bekerja secara internal (Aghababaeyan et al., 2023). Keuntungan dari pendekatan ini adalah fokus pada pengalaman pengguna dan integritas sistem secara keseluruhan, bukan pada detail teknis implementasi.

2.10. Metode Waterfall

Metode Waterfall adalah salah satu model pengembangan perangkat lunak yang mengikuti pendekatan sistematis dan berurutan. Metode ini dinamakan "Waterfall" karena prosesnya mengalir seperti air terjun, di mana setiap tahap harus diselesaikan sepenuhnya sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya (Mokhtar & Khayyat, 2022).

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.11. Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang relevan terhadap penelitian ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis / Judul	Tahun Terbit	Metode / Algoritma	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian ini
Aprilla, A., Prihartono, W. and Rohmat, C.L. "Optimasi Model Klasifikasi Citra Sampah Daur Ulang dengan Algoritma YOLO11"	2024	YOLOv11	Penelitian ini berhasil mengembangkan model berbasis YOLOv11 yang mampu mendeteksi limbah anorganik seperti kaca, plastik, kardus, dan logam dengan akurasi hingga 98,75%. Penelitian ini menunjukkan kemampuan algoritma dalam proses klasifikasi.	Aprilla et al. (2024) mengoptimalkan YOLOv11 untuk klasifikasi limbah daur ulang anorganik, sedangkan penelitian ini menerapkannya pada klasifikasi mainan guna mendukung proses daur ulang yang lebih spesifik.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Bahagia, G.A. and Akbar, M. "Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)"	2024	Convolutional Neural Network (CNN)	Menggunakan algoritma CNN dengan optimizer adam, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat membedakan antara sampah organik dan anorganik dengan akurasi mencapai 95,04%	Bahagia dan Akbar (2024) meneliti klasifikasi sampah organik dan anorganik menggunakan CNN, sementara penelitian ini berfokus pada mainan yang masih bisa dimanfaatkan atau didaur ulang.
Kohsasih, K.L., Rizky, M.D.A., Fahriyani, T., Wijaya, V. & Rosnelly, R. "Analisis Perbandingan Algoritma Convolutional Neural Network dan	2022	Convolutional Neural Network (CNN), Multi-Layer Perceptron (MLP)	Penelitian ini membandingkan performa algoritma CNN dan Multi-Layer Perceptron (MLP) untuk klasifikasi sampah (karton, kaca, logam, kertas, plastik, sampah lainnya). CNN	Kohsasih et al. (2022) membandingkan kinerja CNN dan MLP untuk klasifikasi sampah, sementara penelitian ini membandingkan berbagai ukuran model YOLOv11 serta perbedaan pembagian data

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Algoritma Multi-Layer Perceptron Neural dalam Klasifikasi Citra Sampah"			menunjukkan performa yang jauh lebih baik dengan akurasi 98%, dibandingkan MLP yang hanya mencapai 43%	train-validation untuk mengoptimalkan hasil klasifikasi mainan.
Srinilta, C. and Kanharattana chai, S. "Municipal Solid Waste Segregation with CNN"	2019	CNN (Beberapa arsitektur)	Penelitian ini membandingkan kinerja empat arsitektur CNN (VGG-16, ResNet-50, MobileNet V2, dan DenseNet-121) untuk klasifikasi jenis limbah. Hasil menunjukkan bahwa ResNet-50 memiliki akurasi terbaik untuk klasifikasi item sampah (91,30%) dibandingkan arsitektur lain.	Srinilta dan Kanharattanachai (2019) menerapkan CNN untuk pemilahan sampah perkotaan dalam skala besar, sementara penelitian ini lebih terfokus pada klasifikasi mainan berdasarkan karakteristiknya untuk mendukung proses daur ulang yang lebih efisien.

Sreelakshmi, K., Akarsh, S., Vinayakumar, R. and Soman, K.P.	2019	Convolutional Neural Network (CNN), Capsule-Net	Penelitian ini menganalisis performa Capsule-Net (arsitektur yang dikembangkan dari CNN) dan CNN dalam klasifikasi limbah plastik dan non-plastik menggunakan dua dataset yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa Capsule-Net unggul dengan akurasi 96,3% pada Dataset 1 dan 95,7% pada Dataset 2.	Sreelakshmi et al. (2019) menggunakan Capsule Neural Networks untuk membedakan sampah plastik dan non-plastik, berbeda dengan penelitian ini yang mengklasifikasikan mainan berdasarkan jenis objeknya, bukan materialnya.
--	------	---	--	--

Kelima penelitian dalam Tabel 2.1 menunjukkan keberhasilan penerapan teknologi *deep learning*, khususnya YOLOv11 dan arsitektur berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) lainnya, dalam klasifikasi sampah atau objek berbasis gambar dengan akurasi yang tinggi. Model-model ini terbukti efektif dalam mengenali pola visual untuk klasifikasi yang kompleks, baik dalam kategori material, jenis, maupun fungsi objek, bahkan pada dataset yang relatif kecil.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

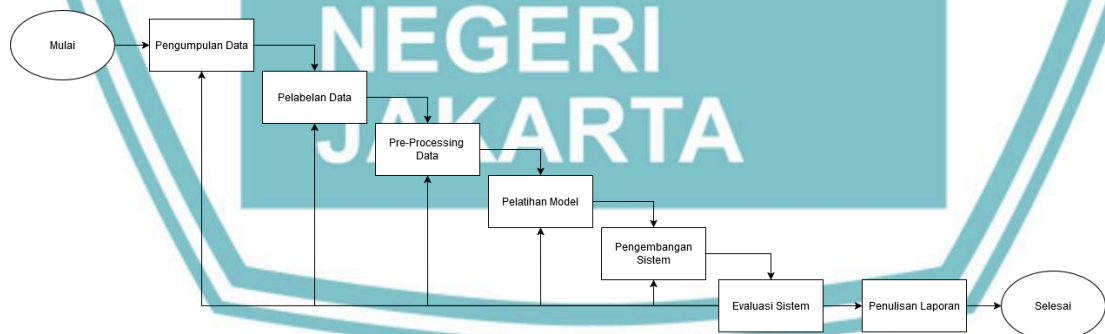
METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi berbasis web yang bertujuan untuk memfasilitasi kegiatan pemilahan mainan dalam proses daur ulang. Aplikasi ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional dalam mengenali jenis mainan berdasarkan kategori tertentu, seperti mainan berbentuk hewan, humanoid, kendaraan, dan lainnya. Dalam penelitian ini, model yang akan digunakan adalah model YOLO yang akan melalui proses *fine-tuning* untuk meningkatkan performa model dalam mengenali jenis mainan yang diberikan.

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian mengacu pada pendekatan sistematis yang dilakukan demi mencapai tujuan penelitian. Gambar dibawah ini adalah langkah-langkah penelitian yang akan diambil secara garis besar.



Gambar 3.1 Alur Tahapan Penelitian

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.2.1. Pengumpulan data

Tahap pertama adalah pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa gambar mainan dari berbagai kategori, seperti mainan berbentuk hewan, humanoid, kendaraan, dan lainnya. Gambar-gambar ini meliputi gambar yang diambil secara manual menggunakan kamera ponsel, serta gambar lain yang tersedia secara publik. Tujuan dari tahap ini adalah memperoleh data autentik yang beragam untuk melatih model YOLOv11 agar mampu mengenali dan mengklasifikasikan mainan secara akurat sesuai kategori yang telah ditentukan.

3.2.2. Pelabelan data

Tahap labeling data dilakukan menggunakan alat anotasi *Label Studio*. Dalam tahap ini, setiap gambar mainan yang telah dikumpulkan melalui tahap sebelumnya akan dianotasi secara manual untuk memberikan label kategori yang sesuai, seperti *animal*, *humanoid*, *vehicle*, atau kategori lainnya.

3.2.3. Pre-Processing data

Proses pre-processing data bertujuan untuk menyiapkan dataset agar sesuai dengan format yang dibutuhkan oleh model. Langkah-langkah ini mencakup transformasi data dari Label Studio ke format yang kompatibel dengan YOLO, memastikan label konsisten dengan name class yang telah ditentukan. Tahap ini juga mencakup langkah-langkah seperti normalisasi, augmentasi, serta *splitting* untuk membantu proses pelatihan model.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.2.4. Pelatihan model

Tahap training dan validasi model dilakukan dengan menggunakan dataset yang telah dianotasi sebelumnya. Data ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu data latih (training dataset) dan data uji (validation dataset) untuk mengevaluasi performa model. Selama tahap training, model dilatih untuk mengenali pola visual pada gambar berdasarkan label kategori yang diberikan. Setelah model selesai dilatih, tahap validasi dilakukan untuk mengukur akurasi dan generalisasi model menggunakan metrik evaluasi seperti precision, recall, dan mean average precision (mAP). Hasil validasi ini digunakan untuk menentukan apakah model memiliki performa yang memadai atau memerlukan perbaikan lebih lanjut melalui tuning parameter atau perbaikan dataset.

3.2.5. Pengembangan sistem

Tahap berikutnya adalah tahap pengembangan sistem. Tahap ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan platform berbasis web yang kemudian akan diintegrasikan dengan model untuk mengenali kategori mainan secara otomatis.

3.2.6. Evaluasi sistem

Evaluasi kinerja model dalam penelitian ini dilakukan melalui dua metode utama, yaitu Confusion Matrix dan evaluasi oleh user. Confusion Matrix digunakan untuk mengukur performa model dengan menghitung metrik seperti *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall* sehingga memberikan gambaran akurasi model serta area yang perlu ditingkatkan. Selain itu, evaluasi oleh user memanfaatkan fitur Result Comparison, yang memungkinkan pengguna untuk mengunggah gambar mainan, melihat hasil prediksi model, dan membandingkannya dengan kategori sebenarnya (ground truth). Umpan balik dari pengguna, jika prediksi salah, direkam dalam sistem dan digunakan untuk melatih ulang model guna meningkatkan akurasi.

3.2.7. Penulisan laporan

Tahap yang terakhir yaitu penulisan laporan. Tahap ini mencakup semua langkah penelitian yang telah dilakukan. Tahap ini berfungsi untuk memperlihatkan proses serta hasil penelitian yang telah dijalani.

3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sistem klasifikasi mainan berbasis kecerdasan buatan yang dikembangkan untuk mendukung sebuah inisiatif pelestarian lingkungan dan teknologi yang berfokus pada pengelolaan mainan donasi.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan pengambilan gambar manual menggunakan kamera untuk menghasilkan dataset berbasis citra. Data dikumpulkan dari lingkungan nyata seperti fasilitas daur ulang, atau sumber lain yang relevan. Selain itu, beberapa penelitian memanfaatkan dataset yang telah tersedia secara publik untuk melatih dan menguji model, sementara yang lain menggabungkan data yang dikumpulkan sendiri dengan dataset eksternal untuk meningkatkan keberagaman dan akurasi.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan. Sistem klasifikasi mainan berbasis YOLOv11 dirancang untuk mengotomatisasikan proses pemilahan mainan berdasarkan kategori tertentu guna mendukung upaya pengelolaan mainan bekas. Kebutuhan sistem dikelompokkan sebagai berikut:

4.1.1. Kebutuhan Fungsional:

- Sistem harus dapat menerima input gambar/citra mainan.
- Model YOLOv11 harus mampu mengklasifikasikan mainan ke dalam kategori yang telah ditentukan.
- Pengguna harus dapat melihat hasil klasifikasi melalui antarmuka web.
- Data hasil klasifikasi harus disimpan dalam database untuk analisis lebih lanjut.

4.1.2. Kebutuhan Non-Fungsional:

- Sistem harus memiliki waktu respons yang cepat untuk klasifikasi.
- Antarmuka web harus ramah pengguna dan mudah dioperasikan.
- Model harus memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam pengenalan objek.

4.2. Perancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan merupakan platform berbasis web yang mengintegrasikan model YOLOv11 untuk mengklasifikasikan mainan berdasarkan kategori yang sudah ditentukan. Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu frontend yang dibangun menggunakan *Next.js* untuk memberikan antarmuka pengguna yang interaktif, backend berbasis Python dengan FastAPI untuk menangani fungsionalitas web dan inferensi model, serta penanganan database dengan MongoDB yang digunakan untuk menyimpan data hasil klasifikasi.

4.2.1 Use Case Diagram



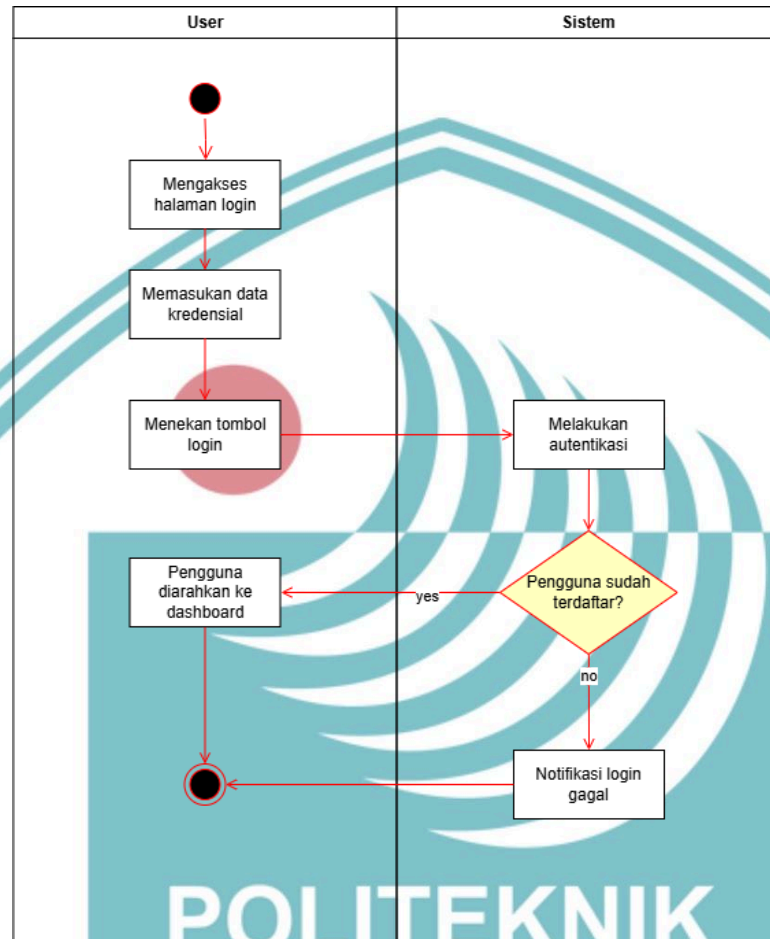
Gambar 4.1 Use case diagram

Gambar 4.1 merupakan diagram use case yang berfungsi untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan fitur-fitur utama yang tersedia dalam sistem seperti login & register, monitoring, dan klasifikasi mainan.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Activity Diagram

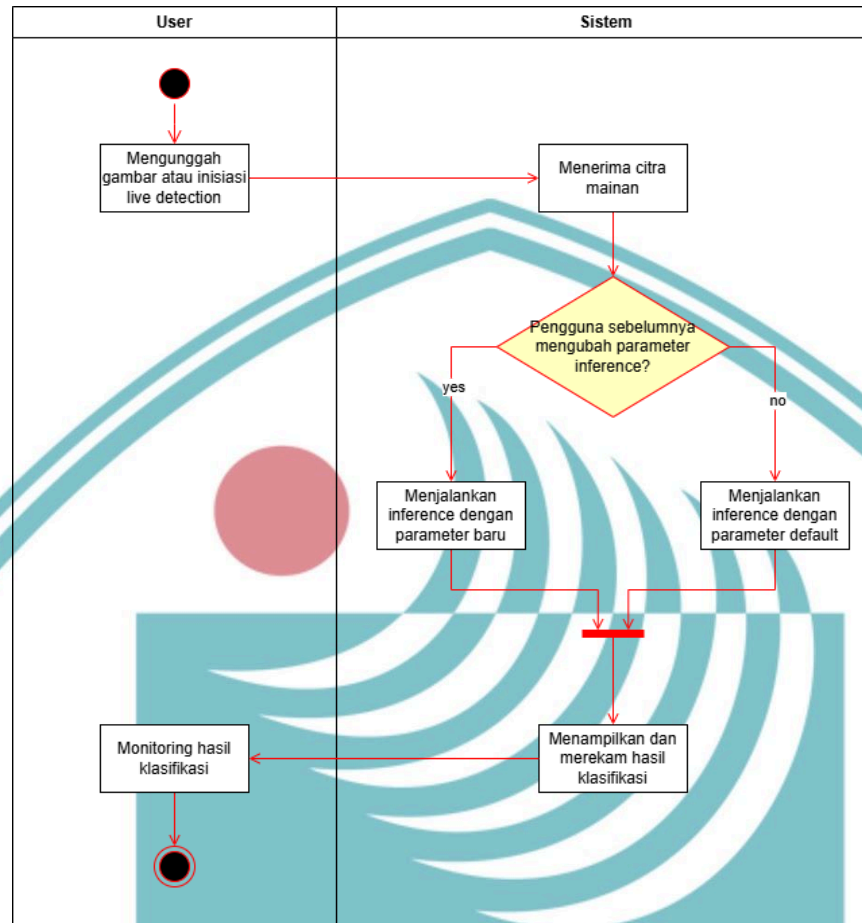


Gambar 4.2 Activity diagram login

Gambar 4.2 merupakan *activity diagram* yang menggambarkan alur proses login pengguna ke dalam sistem. Pengguna mengakses halaman login, memasukkan kredensial, dan menekan tombol login. Sistem kemudian melakukan autentikasi. Jika berhasil, pengguna diarahkan ke dashboard; jika gagal, sistem akan menampilkan notifikasi gagal login.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.3 Activity diagram inference

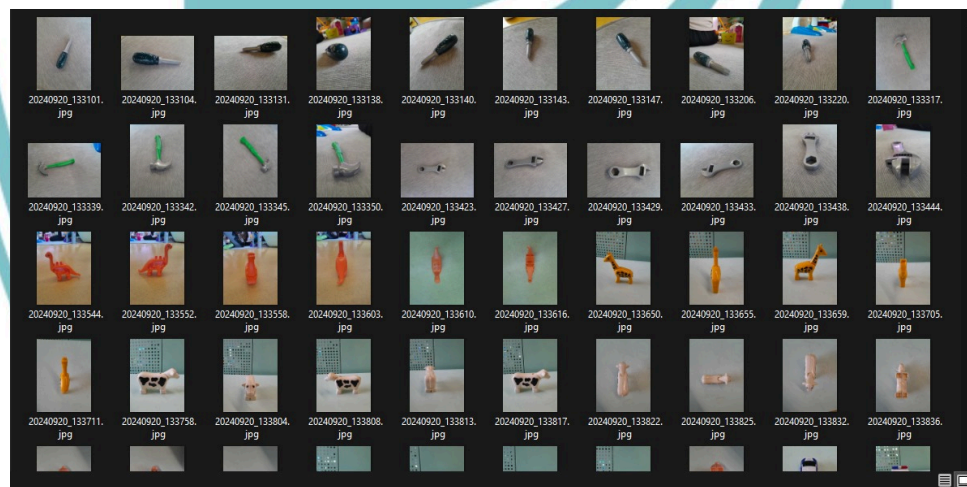
Gambar 4.3 merupakan *activity diagram* yang menggambarkan alur klasifikasi mainan dalam sistem. Pengguna dapat mengunggah gambar atau memulai deteksi langsung. Sistem menerima citra mainan, kemudian memeriksa apakah pengguna telah mengubah parameter inferensi. Jika ya, inferensi dijalankan dengan parameter baru; jika tidak, digunakan parameter default. Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan, dan direkam oleh sistem.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.3. Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data, citra mainan yang telah terkumpul yang akan melalui tahap *pre-processing* terlebih dahulu yang nantinya akan digunakan untuk menghasilkan model guna mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis mainan. Dataset yang telah terbuat kemudian akan dibagi menjadi tiga bagian utama: data training, data validation, dan data testing. Data training digunakan untuk melatih model YOLOv11 agar mampu mengenali dan mengklasifikasikan mainan dengan baik. Data validation berfungsi untuk mengevaluasi performa model selama proses pelatihan berlangsung, memastikan bahwa model tidak mengalami overfitting atau underfitting. Sementara itu, data testing digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam mengklasifikasikan mainan yang belum pernah dilihat sebelumnya.



Gambar 4.4 Citra dalam dataset

Gambar 4.1 merupakan contoh citra yang telah terkumpul dalam dataset. Sebagian dari citra yang telah terkumpul akan disisihkan terlebih dahulu untuk dimanfaatkan sebagai data uji (*test set*). Selanjutnya dilakukan tahap *pre-processing* untuk memastikan kualitas data yang optimal sebelum pelatihan model.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.5 Flowchart Alur Pre-processing

Dalam tahap *pre-processing*, proses anotasi citra dilakukan untuk menandai area objek yang akan dikenali oleh model. Anotasi ini dilakukan menggunakan Label Studio, sebuah alat open-source yang mempermudah proses pelabelan dengan menentukan koordinat serta kategori dari setiap objek dalam gambar. Selain itu, augmentasi citra dilakukan untuk memperkaya dan menyeimbangkan jumlah citra dalam dataset. Tahapan ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi model dalam mengklasifikasikan mainan berdasarkan kategori yang telah ditentukan.

Setelah melalui tahap *pre-processing*, yang meliputi anotasi dan augmentasi, terhitung sebanyak 952 citra yang kemudian akan melalui proses *splitting* untuk keperluan training. Berikut adalah rincian jumlah citra dalam dataset berdasarkan kategori.

Tabel 4.1 Rincian dataset

Name Class	Jumlah
Animal	238
Vehicle	238
Humanoid	238
Miscellaneous	238

4.4. Pelatihan Data

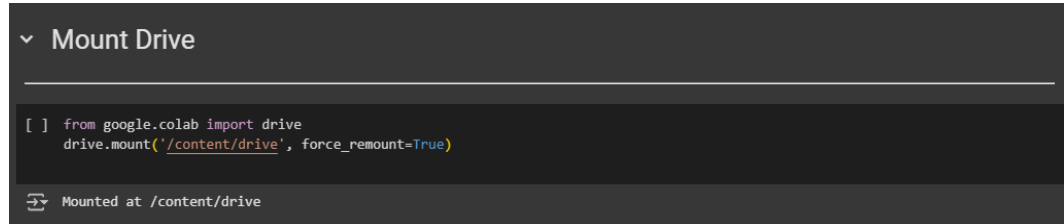
Pelatihan model dilakukan menggunakan platform Google Colab. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengunggah dataset yang telah melewati tahap *pre-processing* ke Google Drive. Dataset tersebut sebelumnya telah diproses dan dianotasi dengan Label Studio menggunakan format yang sesuai dengan standar YOLO, yaitu terdiri dari file gambar dan file anotasi .txt yang memiliki nama sama. Selanjutnya, dilakukan mounting direktori Google Drive ke Google Colab menggunakan perintah `drive.mount('/content/drive', force_remount=True)` Hal ini bertujuan agar Colab dapat mengakses file dan folder yang tersimpan di Drive secara langsung.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



```

  ▾ Mount Drive

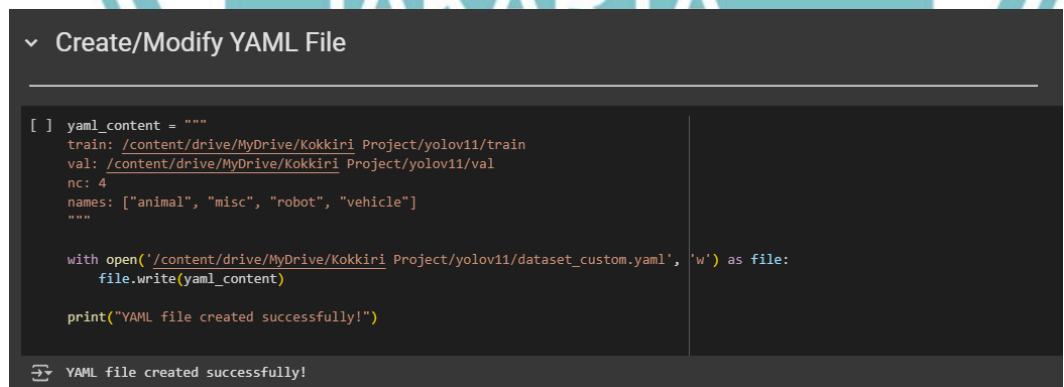
[ ] from google.colab import drive
    drive.mount('/content/drive', force_remount=True)

Mounted at /content/drive
  
```

Gambar 4.6 Mounting directory Google Drive

Setelah dataset berhasil diunggah, proses *splitting* dilakukan dengan skrip Python yang membaca seluruh file dataset dan membagi mereka ke dalam dua direktori baru: `/train/images`, `/train/labels`, `/val/images`, dan `/val/labels`. Beberapa rasio *splitting* akan dilakukan, dimana sekian persentase dataset didedikasikan untuk pelatihan dan sisanya validasi, guna memastikan bahwa model yang dihasilkan mencapai akurasi yang optimal.

Setelah dataset dibagi dengan benar, dibuat sebuah file konfigurasi berformat `.yaml` (*yet another markup language*) yang berfungsi sebagai peta bagi model YOLOv11 untuk memahami lokasi dataset pelatihan dan validasi, serta informasi terkait nama dan jumlah kelas. Atribut `nc` mengacu pada jumlah kelas objek yang ingin dikenali, sementara `names` adalah daftar nama-nama kelas tersebut. File `.yaml` ini akan dipanggil saat pelatihan model dimulai, sehingga file ini wajib dibuat dengan format dan path yang benar agar tidak terjadi kesalahan saat proses training.



```

  ▾ Create/Modify YAML File

[ ] yaml_content = """
    train: /content/drive/MyDrive/Kokkiri Project/yolov11/train
    val: /content/drive/MyDrive/Kokkiri Project/yolov11/val
    nc: 4
    names: ["animal", "misc", "robot", "vehicle"]
    """

    with open('/content/drive/MyDrive/Kokkiri Project/yolov11/dataset_custom.yaml', 'w') as file:
        file.write(yaml_content)

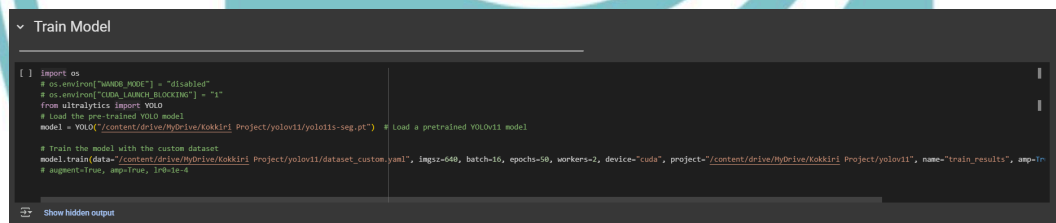
    print("YAML file created successfully!")

YAML file created successfully!
  
```

Gambar 4.7 File konfigurasi `.yaml`

Kemudian, proses pelatihan (training) model YOLOv11 dimulai menggunakan parameter yang telah ditentukan. Pada tahap ini, model dilatih dengan ukuran input gambar sebesar 640 piksel (imgsz=640). Parameter batch=16 digunakan untuk menentukan jumlah sampel yang diproses dalam satu iterasi sedangkan epochs=50 menunjukkan jumlah total iterasi penuh terhadap dataset. Nilai workers=2 dipilih untuk menentukan jumlah *processing threads* yang dapat berjalan secara paralel saat memberi data kepada model, sehingga mempercepat proses pemuatan gambar selama training.

Selain itu, pelatihan dijalankan di perangkat GPU Google Colab dengan menetapkan parameter device='cuda', agar komputasi berat pada *neural network* dapat dilakukan dengan cepat. Terakhir, amp=True diaktifkan untuk menggunakan automatic mixed precision, yaitu teknik pelatihan campuran antara presisi 16-bit dan 32-bit yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan pelatihan dan mengurangi konsumsi memori tanpa mengorbankan akurasi model.



```
Train Model

[ ] import os
# os.environ["WANDB_MODE"] = "disabled"
# os.environ["CUDA_LAUNCH_BLOCKING"] = "1"
from ultralytics import YOLO
# Load the pre-trained YOLO model
model = YOLO("/content/drive/MyDrive/kokkiri/Project/yolov11/yolov11-seg.pt") # Load a pre-trained YOLOv11 model

# Train the model with the custom dataset
model.train(data="/content/drive/MyDrive/kokkiri/Project/yolov11/dataset_custom.yaml", imgsz=640, batch=16, epochs=50, workers=2, device="cuda", project="/content/drive/MyDrive/kokkiri/Project/yolov11", name="train_results", amp=True, augment=True, amp=True, 370-3e-4

Show hidden output
```

Gambar 4.8 Parameter training

Selama proses berlangsung, model akan secara otomatis mengevaluasi performanya terhadap data validasi dan menghasilkan metrik seperti training loss, validation loss, serta mean Average Precision (mAP).

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
Transferred 555/561 items from pretrained weights
tensorboard: Start with 'tensorboard --logdir /content/drive/MyDrive/kokkiri Project/yolov11/train_results0', view at http://localhost:6006/
Freezing layer 'model.22.dfl.conv.weight'
AMP: running Automatic Mixed Precision (AMP) checks...
AMP: checks passed
Train: Scanning /content/drive/MyDrive/kokkiri Project/yolov11/train/labels.cache... 735 Images, 66 backgrounds, 0 corrupt: 100% [████████████████████] 735/735 [00:00<7, 71t/s]
Validation: Scanning /content/drive/MyDrive/kokkiri Project/yolov11/val/labels.cache... 181 Images, 12 backgrounds, 0 corrupt: 100% [████████████████████] 181/181 [00:00<7, 71t/s]
Plotting labels to /content/drive/MyDrive/kokkiri Project/yolov11/train_results0/labels.jpg...
optimizer: 'optimizer-auto' found, ignoring 'lr0=0.0001' and 'momentum=0.937' and determining best 'optimizer', 'lr0' and 'momentum' automatically...
optimizer: Adam(lr=0.00125, momentum=0.9) with parameter groups 90 weight(decay=0.0), 101 bias(decay=0.0005), 100 bias(decay=0.0)
tensorboard: model graph visualization added
Image sizes 640 train, 640 val
Using 2 dataloader workers
Logging results to /content/drive/MyDrive/kokkiri Project/yolov11/train_results
Starting training for 50 epochs...

Epoch: 1/50
GPU_mem: 5.15G
box_loss: 0.8697
seg_loss: 1.651
cls_loss: 2.387
dfl_loss: 1.277
Instances: 35
Size: 640
mAP50: 100%
mAP50-95: 100%
Mask(P): 46/46 [00:29<00:00, 1.581t/s]
R: 6/6 [00:04<00:00, 1.491t/s]
all: 181
169

Epoch: 2/50
GPU_mem: 5.26
box_loss: 0.9793
seg_loss: 1.296
cls_loss: 1.413
dfl_loss: 1.3
Instances: 35
Size: 640
mAP50: 100%
mAP50-95: 100%
Mask(P): 46/46 [00:28<00:00, 1.621t/s]
R: 6/6 [00:03<00:00, 1.641t/s]
all: 181
169

Epoch: 3/50
GPU_mem: 5.15G
box_loss: 1.892
seg_loss: 1.476
cls_loss: 1.383
dfl_loss: 1.378
Instances: 29
Size: 640
mAP50: 100%
mAP50-95: 100%
Mask(P): 46/46 [00:26<00:00, 1.751t/s]
R: 6/6 [00:04<00:00, 1.211t/s]
all: 181
169

Epoch: 4/50
GPU_mem: 5.14G
box_loss: 1.185
seg_loss: 1.533
cls_loss: 1.432
dfl_loss: 1.399
Instances: 39
Size: 640
mAP50: 100%
mAP50-95: 100%
Mask(P): 46/46 [00:26<00:00, 1.741t/s]
R: 6/6 [00:03<00:00, 1.591t/s]
all: 181
169

Epoch: 5/50
GPU_mem: 5.16G
box_loss: 1.097
seg_loss: 1.4
cls_loss: 1.395
dfl_loss: 1.368
Instances: 30
Size: 640
mAP50: 100%
mAP50-95: 100%
Mask(P): 46/46 [00:29<00:00, 1.551t/s]
R: 6/6 [00:06<00:00, 1.811t/s]
all: 181
169
```

Gambar 4.9 Proses training model

Setelah pelatihan selesai, bobot model yang telah dilatih akan disimpan dalam format .pt (PyTorch) dan dapat digunakan untuk tahap inferensi atau pengujian lebih lanjut pada data baru. Untuk mengoptimalkan kinerja model YOLOv11 sesuai dengan kebutuhan dan keterbatasan perangkat, pelatihan juga dilakukan pada beberapa varian ukuran model, yaitu nano, small, medium, large, dan extra-large dimana proses pelatihan yang sama akan diterapkan. Berikut adalah perbandingan hasil pelatihan komprehensif antara *split ratio* dan ukuran model.

Tabel 4.2 Hasil pelatihan split 60:40

Model	mAP50	mAP-95
YOLOv11n	0.781	0.702
YOLOv11s	0.794	0.720
YOLOv11m	0.775	0.707
YOLOv11l	0.756	0.683
YOLOv11x	0.723	0.651

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.3 Hasil pelatihan split 70:30

Model	mAP50	mAP-95
YOLOv11n	0.860	0.801
YOLOv11s	0.872	0.810
YOLOv11m	0.854	0.798
YOLOv11l	0.838	0.781
YOLOv11x	0.802	0.742

Tabel 4.4 Hasil pelatihan split 80:20

Model	mAP50	mAP-95
YOLOv11n	0.944	0.902
YOLOv11s	0.960	0.886
YOLOv11m	0.938	0.893
YOLOv11l	0.921	0.876
YOLOv11x	0.879	0.830

Tabel 4.5 Hasil pelatihan split 90:10

Model	mAP50	mAP-95
YOLOv11n	0.829	0.751
YOLOv11s	0.843	0.768
YOLOv11m	0.822	0.748
YOLOv11l	0.810	0.731
YOLOv11x	0.774	0.699

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 hingga 4.5, pembagian data 80/20, dimana 80% citra dalam dataset digunakan untuk *training* dan 20% sebagai data *validation*, menghasilkan performa yang paling unggul dibandingkan konfigurasi lainnya dengan selisih yang signifikan, terutama dalam metrik akurasi seperti mAP (*Mean Average Precision*). Pembagian 60/40, khususnya, terbukti tidak memadai untuk mempertahankan prediksi yang berkualitas tinggi, bahkan pada model-model terkuat seperti YOLOv11s (small) dan YOLOv11m (medium) yang kesulitan melampaui nilai 0,72 pada mAP-95. Temuan ini konsisten dengan sejumlah penelitian sebelumnya terkait model klasifikasi *multiclass* dengan algoritma *machine learning*, dimana konfigurasi 80/20 secara umum memberikan keseimbangan optimal antara jumlah data pelatihan dan validasi untuk menghasilkan model dengan performa yang paling unggul (Rácz et al., 2021).

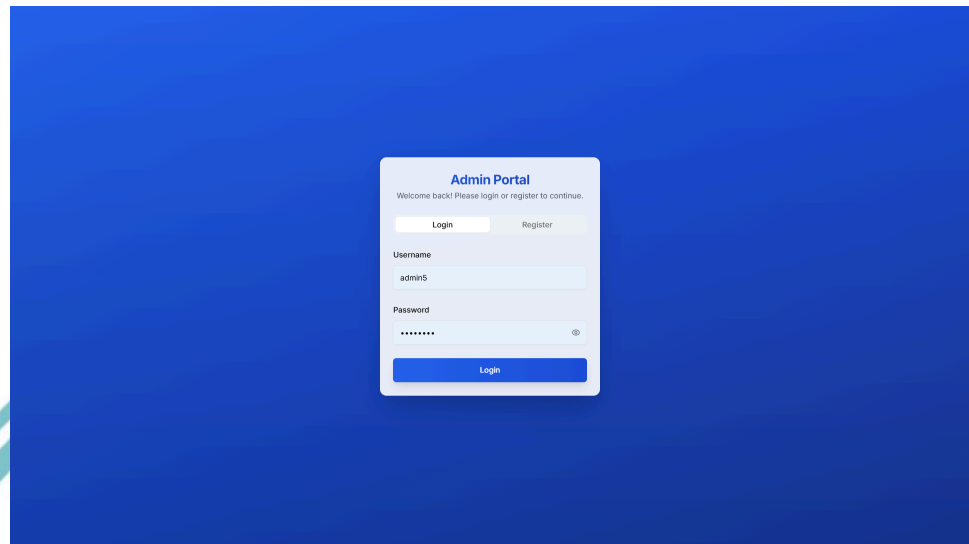
4.5. Perancangan Antarmuka

Pada proyek ini, Next.js digunakan sebagai framework utama untuk membangun antarmuka pengguna (frontend) yang terintegrasi dengan backend FastAPI. Next.js dipilih karena kemampuannya dalam melakukan rendering sisi server (*server-side rendering/SSR*) maupun sisi client (*client-side rendering/CSR*), sehingga dapat meningkatkan performa aplikasi dan pengalaman pengguna. Pengelolaan state aplikasi dilakukan menggunakan React hooks atau library state management sesuai kebutuhan. Desain antarmuka menggunakan framework CSS modern seperti Tailwind CSS atau Material UI untuk memastikan tampilan yang menarik dan responsif di berbagai perangkat.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.5.1. Halaman Login



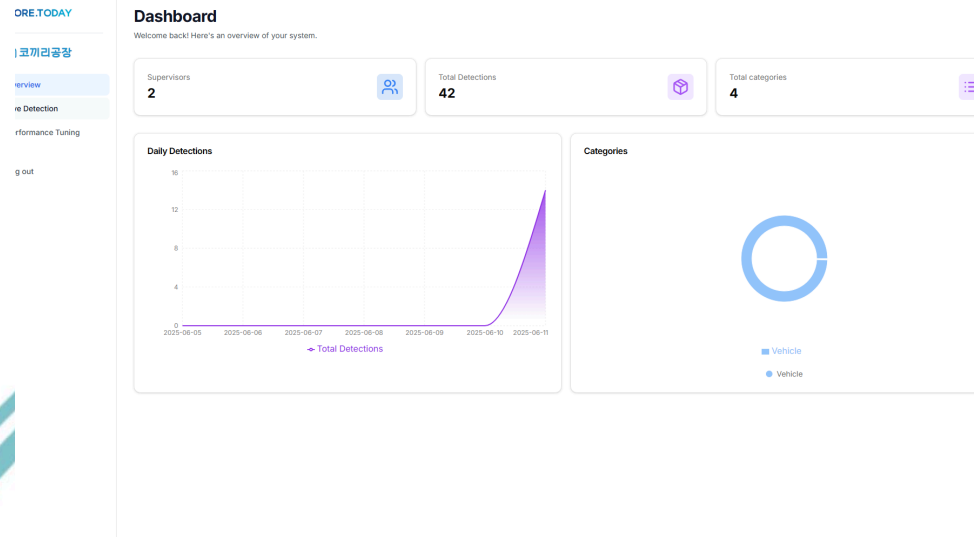
Gambar 4.10 Halaman *Login*

Pada halaman login, pengguna dapat melakukan autentikasi dengan memasukkan username dan password. Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke dashboard yang menampilkan ringkasan data, seperti jumlah mainan, jumlah pengguna, serta statistik aktivitas aplikasi. Dashboard juga menyediakan akses cepat ke fitur-fitur utama, seperti manajemen mainan dan prediksi objek. Desain form mengikuti pola minimalis dengan penekanan pada validasi input real-time untuk mencegah kesalahan pengisian.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

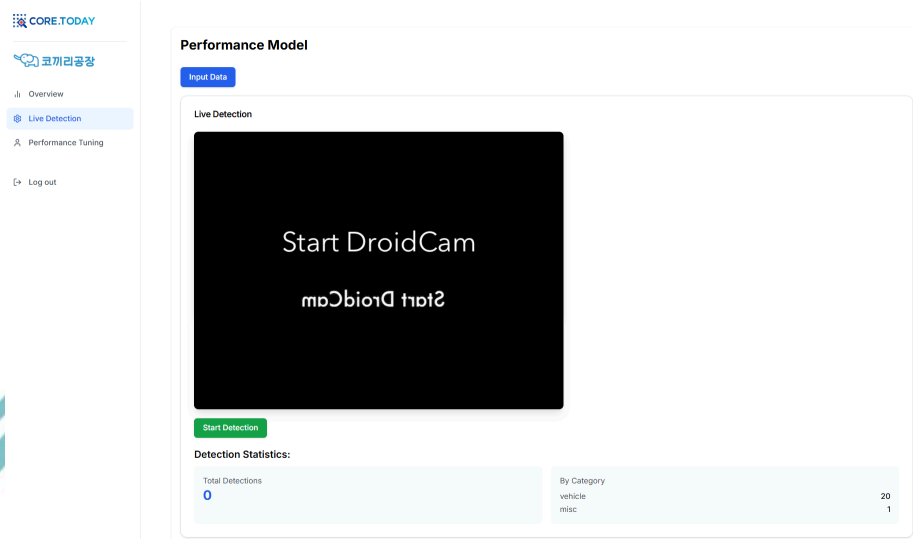
4.5.2. Halaman *Dashboard*



Gambar 4.11 Halaman *Dashboard*

Gambar 4.9 menunjukkan halaman pertama yang akan muncul setelah masuk ke dalam program, yaitu halaman *dashboard*. Halaman *dashboard* berisi ringkasan data-data penting yang disajikan secara *real-time*. Area utama menampilkan grafik distribusi klasifikasi mainan per kategori, dilengkapi dengan statistik harian seperti total mainan yang diproses. Elemen desain menggunakan card-based layout serta visualisasi chart dengan warna berbeda untuk membedakan tiap kategori mainan. Pengguna dapat mengakses fitur utama dengan cepat melalui menu sidebar.

4.5.3. Halaman Deteksi



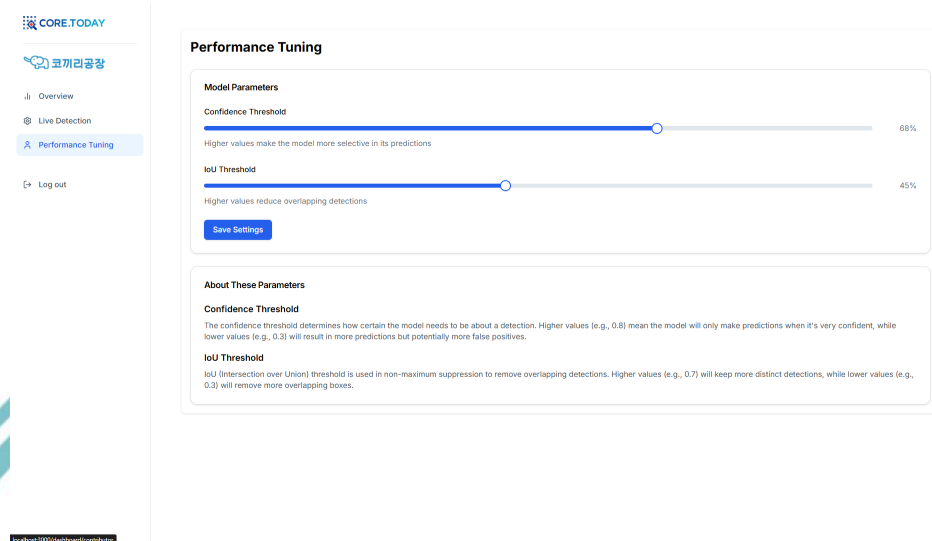
Gambar 4.12 Halaman Deteksi

Gambar 4.10 menunjukkan halaman deteksi. Halaman deteksi merupakan halaman yang digunakan untuk menginisiasi proses klasifikasi terhadap citra objek yang ditangkap melalui webcam secara *real-time*. Pada halaman ini, antarmuka menampilkan tampilan video streaming yang diambil langsung dari kamera pengguna. Setelah pengguna memberikan izin akses kamera, aplikasi akan menampilkan feed video secara real-time di area utama halaman. Di atas tampilan video, sistem akan secara otomatis menampilkan kotak pembatas (bounding box) beserta label dan confidence score pada objek-objek yang terdeteksi oleh model YOLO.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.5.4. Halaman *Performance Tuning*



Gambar 4.13 Halaman Tuning

Gambar 4.11 menampilkan halaman *inference tuning*. Pada halaman ini, pengguna dapat mengubah nilai dari 2 parameter dalam model, yakni *Confidence Score* dan *IoU (Intersection over Union) Threshold*. Penyesuaian ini secara langsung mempengaruhi akurasi dan presisi hasil deteksi, memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan performa model.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.6. YOLOv11

YOLOv11 merupakan pengembangan terbaru dari keluarga algoritma YOLO (You Only Look Once) yang dikenal sebagai salah satu metode deteksi objek tercepat dan paling efisien dalam bidang computer vision. Berbeda dengan pendekatan deteksi objek tradisional yang memanfaatkan pipeline *multi-stage*, YOLOv11 menggunakan jaringan syaraf tunggal yang secara langsung memproses seluruh gambar dan melakukan deteksi secara end-to-end dalam satu kali forward pass.

YOLOv11 membagi gambar masukan menjadi beberapa wilayah grid (misalnya 640×640 piksel dibagi menjadi $S \times S$ grid), kemudian secara simultan memprediksi kotak pembatas (*bounding box*) dan probabilitas keberadaan objek pada setiap wilayah tersebut. Setiap grid cell bertanggung jawab untuk memprediksi beberapa bounding box, di mana setiap kotak terdiri atas lima parameter utama: koordinat x dan y (titik tengah objek relatif terhadap grid), lebar (w), tinggi (h), dan skor objectness confidence yang menunjukkan keyakinan model terhadap keberadaan objek dalam kotak tersebut.

Output jaringan berupa tensor berdimensi $S \times S \times (B \times (5 + C))$, di mana:

S: jumlah sel grid dalam satu sisi gambar,

B: jumlah bounding box yang diprediksi per sel,

C: jumlah kelas objek.

Nilai *confidence* dihasilkan oleh jaringan sebagai hasil pelatihan, menggabungkan prediksi keberadaan objek dan kualitas *bounding box* berdasarkan tumpang tindih dengan *ground truth*. Semakin besar *Intersection over Union* (IoU) antara kotak prediksi dan kotak referensi, semakin tinggi akurasi prediksi tersebut. Kotak prediksi dianggap valid jika memiliki *confidence* yang tinggi serta skor IoU di atas ambang batas tertentu, misalnya 0.5.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Setiap *bounding box* yang valid akan melalui proses klasifikasi untuk menentukan jenis objek yang terdeteksi, misalnya mainan. Probabilitas kelas ini kemudian dikalikan dengan nilai *objectness confidence* untuk menghasilkan nilai akhir yang menunjukkan kemungkinan bahwa kotak tersebut benar-benar mencakup objek dari kelas tertentu. Dalam konfigurasi grid 3×3 dengan 3 *bounding box* per grid, sistem dapat menghasilkan hingga 27 kotak prediksi, meskipun sebagian besar dengan *confidence* rendah akan disaring.

Untuk menyelesaikan masalah banyaknya *bounding box* tumpang tindih pada objek yang sama, YOLOv11 menerapkan teknik *Non-Maximum Suppression* (NMS), yang menghilangkan *bounding box* dengan skor lebih rendah apabila memiliki tumpang tindih tinggi dengan *bounding box* yang lebih kuat. Hanya *bounding box* dengan skor terbaik untuk setiap objek yang akan digunakan sebagai hasil akhir (Lu-hao He et al., 2025).

Secara arsitektur, YOLOv11 memperkenalkan beberapa inovasi dibanding pendahulunya: seperti blok C3K2 yang meningkatkan efisiensi ekstraksi fitur, modul SPPF (*Spatial Pyramid Pooling Fast*) untuk mempertahankan informasi spasial, serta C2PSA untuk meningkatkan deteksi objek kecil dan kompleks. Model ini tidak hanya mendukung deteksi objek, tetapi juga tugas-tugas lain seperti segmentasi, estimasi pose, dan orientasi kotak (*oriented bounding box*) dalam satu kerangka kerja yang seragam (He et al., 2024).

Dalam implementasi nyata, sering muncul tantangan seperti kedipan (*flicker*) pada *bounding box* atau duplikasi ID objek antar frame dalam video. Untuk mengatasi hal ini, pendekatan pelacakan objek berbasis IoU diterapkan. Setiap *bounding box* hasil deteksi pada frame saat ini dicocokkan dengan kotak dari frame sebelumnya menggunakan nilai IoU. Jika skor tumpang tindih melebihi ambang batas tertentu, maka dianggap sebagai objek yang sama dan diberikan ID yang konsisten. Dengan demikian, sistem dapat mengurangi *flicker* dan mencegah penghitungan ganda pada objek yang sama di beberapa frame.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pendekatan pelacakan sederhana ini efektif untuk aplikasi real-time dengan kompleksitas rendah hingga sedang, serta dapat dengan mudah diintegrasikan dalam pipeline deteksi YOLOv11. Hasil akhirnya adalah sistem yang lebih stabil, akurat, dan dapat diandalkan untuk berbagai kebutuhan sistem, baik dalam bentuk citra statis maupun video.

4.7. Implementasi Sistem

Sistem ini menggunakan FastAPI sebagai framework backend dan MongoDB sebagai database. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan fleksibilitas dalam pengembangan dan skalabilitas sistem. FastAPI menyediakan fungsionalitas untuk operasi asynchronous dan dokumentasi API, sementara MongoDB menyimpan data dalam format yang fleksibel



Gambar 4.14 FastAPI

Sistem mengimplementasikan keamanan autentikasi dengan menggunakan JSON Web Tokens (JWT) untuk autentikasi. Password di-hash menggunakan bcrypt untuk keamanan, dan token akses memiliki masa berlaku 1 jam (3600 menit) sementara refresh token berlaku selama 30 hari. Sistem ini juga menyimpan refresh token di database untuk manajemen sesi. API menyediakan berbagai endpoint untuk manajemen data, termasuk:

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- Manajemen pengguna (register, login, logout)
- Endpoint untuk prediksi menggunakan model YOLO
- Endpoint untuk metrik dan statistik
- Endpoint untuk manajemen token

Sistem mengintegrasikan model YOLO untuk analisis gambar melalui endpoint `/api/py/predict`. Arsitektur sistem memungkinkan penambahan fitur baru melalui endpoint API yang terpisah.

4.7.1 Endpoint Manajemen Pengguna

Endpoint manajemen pengguna dirancang untuk mengelola proses autentikasi dan otorisasi pengguna dalam aplikasi. Endpoint ini menerima input berupa data pengguna seperti username dan password dalam format JSON. Pada proses registrasi, data yang diterima akan disimpan ke dalam basis data untuk mencatat pengguna baru.

Sementara itu, pada proses login, data yang dikirimkan akan diverifikasi dan jika valid, sistem akan menghasilkan token autentikasi yang dapat digunakan untuk mengakses fitur lain dalam aplikasi. Untuk proses logout, endpoint ini akan menonaktifkan token yang sedang aktif sehingga pengguna tidak dapat lagi mengakses endpoint yang memerlukan autentikasi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.7.2 Endpoint Model

Endpoint prediksi menggunakan model YOLO dirancang untuk melakukan deteksi objek pada gambar yang dikirimkan oleh pengguna. Endpoint ini dapat menerima input berupa file gambar atau data frame dari kamera secara real-time, kemudian memproses gambar tersebut menggunakan model YOLO untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan objek-objek yang terdapat di dalamnya, yaitu mainan berdasarkan kategori yang telah ditentukan. Hasil deteksi berupa label objek, posisi bounding box, dan tingkat kepercayaan (confidence score) akan dikonversi ke dalam format JSON agar dapat diterima dan diproses lebih lanjut oleh aplikasi web. Proses ini memungkinkan aplikasi untuk memberikan hasil prediksi secara real-time dan akurat kepada pengguna.

4.7.3 Endpoint Untuk Menampilkan Statistik

Endpoint metrik dan statistik dirancang untuk menyediakan data analitik terkait penggunaan aplikasi. Endpoint ini menerima permintaan dari pengguna dan mengembalikan data statistik seperti jumlah pengguna terdaftar, jumlah mainan yang tersedia, serta statistik aktivitas seperti jumlah prediksi yang telah dilakukan. Data yang dihasilkan disusun dalam format JSON agar mudah diintegrasikan dan divisualisasikan pada dashboard aplikasi. Dengan adanya endpoint ini, pengelola aplikasi dapat memantau performa dan penggunaan sistem secara menyeluruh.

Endpoint statistik deteksi dirancang untuk menyediakan data statistik terkait hasil deteksi objek yang dilakukan oleh model YOLO dalam kurun waktu tertentu. Endpoint ini menerima permintaan tanpa parameter khusus dan akan melakukan agregasi data deteksi dari basis data, mengelompokkan hasil deteksi berdasarkan tanggal dan jenis objek yang terdeteksi. Hasil agregasi disusun dalam format JSON yang berisi tanggal, total deteksi per hari, serta rincian jumlah deteksi untuk setiap kelas objek. Data ini sangat berguna untuk analisis tren penggunaan model deteksi dan evaluasi performa sistem secara periodik.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Endpoint data kategori mainan dirancang untuk memberikan informasi statistik jumlah mainan berdasarkan kategori tertentu. Endpoint ini menerima permintaan tanpa parameter khusus dan akan melakukan agregasi data pada basis data untuk menghitung jumlah mainan pada setiap kategori, seperti vehicle, animal, robot, dan misc. Hasil agregasi kemudian disusun dalam format JSON yang berisi nama kategori, jumlah mainan pada kategori tersebut, dan warna yang merepresentasikan kategori. Data ini dapat digunakan untuk keperluan visualisasi pada dashboard aplikasi, sehingga memudahkan pemantauan distribusi mainan berdasarkan kategori.

4.7.4 Endpoint Untuk Manajemen Token

Endpoint manajemen token dirancang untuk mengelola siklus hidup token autentikasi yang digunakan dalam proses keamanan aplikasi. Endpoint ini menerima permintaan terkait pembuatan, pembaruan (refresh), validasi, maupun pembatalan (revoke) token. Setiap permintaan diproses dan hasilnya dikembalikan dalam format JSON, misalnya token baru atau status validitas token. Dengan adanya endpoint ini, aplikasi dapat memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki token valid yang dapat mengakses fitur-fitur tertentu, serta dapat mengelola sesi pengguna dengan lebih aman dan fleksibel.

4.8. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem klasifikasi mainan berbasis web dapat berfungsi secara optimal, mengenali objek yang diinginkan, serta mengevaluasi kelebihan dan kelemahannya. Selain itu, pengujian ini bertujuan memverifikasi bahwa seluruh komponen sistem bekerja dengan baik, optimalisasi performa model, dan setiap alur penggunaan mulai dari input hingga output telah sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan.

4.9. Deskripsi Pengujian

Pengujian merupakan tahap kritis untuk memvalidasi kesesuaian sistem dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini, pengujian difokuskan pada dua aspek utama; fungsionalitas antarmuka web dan akurasi model YOLOv11 dalam mengklasifikasikan mainan ke dalam kategori yang telah ditentukan.

4.9.1 Metode Pengujian

1. Black Box Testing

Dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas sistem tanpa memeriksa kode internal, berfokus pada kesesuaian dengan requirement (Ningrum et al., 2019). Contoh uji mencakup:

- a. Fungsionalitas autentikasi seperti login dan register
- b. Input gambar mainan melalui antarmuka web.
- c. Klasifikasi real-time melalui kamera
- d. Validasi output klasifikasi dan penyimpanan data di MongoDB.

2. Evaluasi Model YOLOv11

- a. Dataset menggunakan persentase keseluruhan dataset (data validasi) yang telah melalui pre-processing (augmentasi, normalisasi) dan pelabelan dengan Label Studio.
- b. Metrik analisis confusion matrix untuk menghitung precision, recall, *F1-score*, dan accuracy, dengan tolak ukur mean Average Precision (mAP).
- c. Implementasi model diintegrasikan ke website untuk uji coba deteksi real-time, dengan hasil klasifikasi dibandingkan terhadap ground truth.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.9.2 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian adalah untuk memastikan sistem dapat mengidentifikasi mainan sesuai kategori yang ditetapkan. Hasil pengujian akan menjadi dasar penyempurnaan sistem, baik melalui optimasi model maupun peningkatan antarmuka pengguna.

4.10. Prosedur Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memvalidasi kinerja aplikasi web klasifikasi mainan berbasis YOLOv11 melalui pendekatan komprehensif yang mencakup aspek fungsional dan akurasi model. Tahap pertama melibatkan pengujian black box yang mengevaluasi seluruh skenario interaksi pengguna dengan sistem, mulai dari unggah gambar mainan, proses klasifikasi, hingga tampilan hasil dan penyimpanan data. Pengujian ini berfokus pada kesesuaian antarmuka dengan requirement tanpa memperhatikan implementasi kode internal.

Tabel 4.6 Skenario Pengujian

No	Komponen Uji	Prosedur Pengujian	Jenis Pengujian
1	Halaman Login	Memverifikasi proses pendaftaran akun baru	Black Box
2	Halaman Register	Menguji pengguna dapat mengakses sistem dengan kredensial yang benar	Black Box
3	Halaman Deteksi (Upload Gambar)	Memverifikasi kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan gambar mainan yang diunggah ke dalam kategori yang telah ditentukan	Black Box

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4	Halaman Deteksi (Live Camera)	Menguji fungsi deteksi dan klasifikasi real-time melalui kamera untuk mengenali mainan yang ditunjukkan	Black Box
5	Halaman Dashboard	Memverifikasi tampilan visualisasi data statistik distribusi kategori mainan	Black Box
6	Halaman Performance Tuning	Menguji fungsi pengaturan nilai <i>Confidence Threshold</i> dan <i>IoU Threshold</i> untuk <i>Inference</i> model.	Black Box

Selanjutnya, sistem diuji menggunakan metrik evaluasi berbasis confusion matrix untuk mengukur performa model YOLOv11 dalam mengenali mainan. Metrik utama seperti precision, recall, *F1-score*, dan accuracy dianalisis guna menilai ketepatan klasifikasi untuk setiap kategori (animal, humanoid, vehicle, dll.). Proses ini melibatkan pengujian terhadap dataset validasi yang telah dilabeli sebelumnya, dengan hasil prediksi model dibandingkan terhadap ground truth.

Untuk memastikan kelayakan sistem dalam kondisi nyata, dilakukan pula uji coba implementasi dimana pengguna dapat mengunggah gambar mainan secara langsung melalui antarmuka web. Hasil deteksi kemudian diverifikasi secara manual guna mengidentifikasi potensi kesalahan klasifikasi atau false positive. Data umpan balik ini dicatat untuk pelatihan ulang model guna meningkatkan akurasi secara iteratif.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.11. Data hasil pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan pendekatan black box testing untuk memverifikasi fungsionalitas aplikasi secara menyeluruh tanpa memperhatikan detail implementasi kode internal. Metode ini dipilih karena fokus utamanya adalah memastikan sistem dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, khususnya dalam hal akurasi klasifikasi dan pengalaman pengguna. Tabel 4.2 merupakan data hasil pengujian black box testing.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian

No	Skenario Pengujian	Harapan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Memverifikasi proses pendaftaran akun baru	Sistem dapat membuat akun baru dan menyimpan kredensial pengguna	Sistem dapat membuat akun baru dan menyimpan kredensial pengguna	Sesuai
2	Menguji pengguna dapat mengakses sistem dengan kredensial yang benar	Pengguna dapat mengakses sistem dengan kredensial yang sesuai	Pengguna dapat mengakses sistem dengan kredensial yang sesuai	Sesuai
3	Memverifikasi kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan gambar mainan	Sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi yang akurat	Sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi yang akurat	Sesuai

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

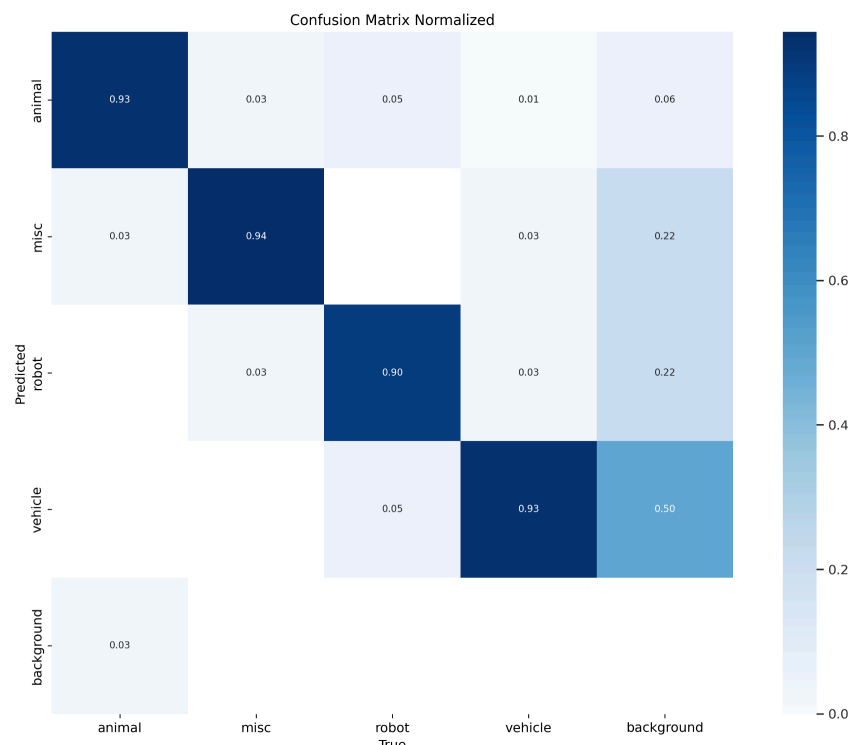
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	yang diunggah ke dalam kategori yang telah ditentukan			
4	Menguji fungsi deteksi dan klasifikasi real-time melalui kamera untuk mengenali mainan yang ditunjukkan	Sistem mampu mengidentifikasi mainan yang ditunjukkan secara real-time melalui feed kamera	Sistem mampu mengidentifikasi mainan yang ditunjukkan secara real-time melalui feed kamera	Sesuai
5	Memverifikasi tampilan visualisasi data statistik distribusi kategori mainan	Grafik menampilkan data statistik dan distribusi kategori mainan sesuai dengan hasil deteksi	Grafik menampilkan data statistik dan distribusi kategori mainan sesuai dengan hasil deteksi	Sesuai
6	Menguji fungsi pengaturan nilai <i>Confidence Threshold</i> dan <i>IoU Threshold</i> untuk <i>Inference</i> model.	Sistem mampu menyimpan pengaturan nilai <i>Confidence Threshold</i> dan <i>IoU Threshold</i> untuk <i>Inference</i> model.	Sistem mampu menyimpan pengaturan nilai <i>Confidence Threshold</i> dan <i>IoU Threshold</i> untuk <i>Inference</i> model.	Sesuai

4.12. Evaluasi dan analisis data

Proses evaluasi model dilakukan melalui analisis menyeluruh menggunakan confusion matrix untuk mengukur performa sistem dalam mengklasifikasikan mainan ke dalam kategori utama, yaitu animal, humanoid, vehicle, dan abstrak. Metode ini dipilih karena kemampuannya memberikan gambaran komprehensif tentang akurasi klasifikasi untuk tiap kategori, sekaligus mengidentifikasi kasus misklasifikasi yang terjadi.

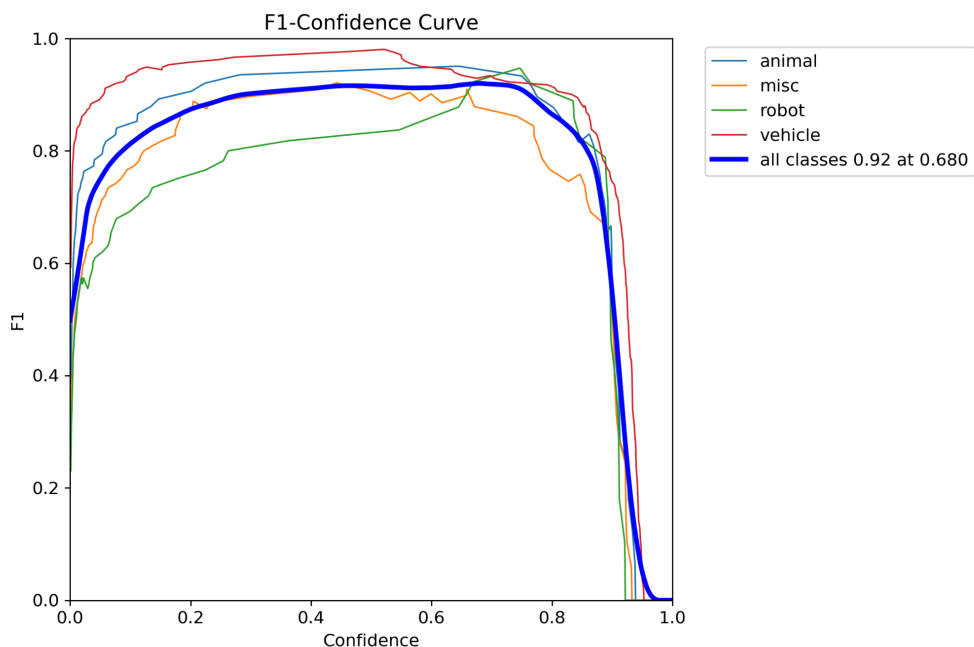


Gambar 4.15 *Confusion Matrix*

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Confusion matrix membandingkan prediksi model dengan label aktual, sehingga memungkinkan perhitungan metrik seperti *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *overall accuracy*. *Precision* menunjukkan sejauh mana prediksi model akurat untuk suatu kelas, sementara *recall* mengukur kemampuan model dalam menemukan seluruh instance yang seharusnya termasuk dalam kelas tersebut. *F1-score* menjadi penyeimbang antara kedua metrik tersebut, sedangkan *overall accuracy* memberikan gambaran umum tentang persentase klasifikasi yang benar secara keseluruhan.

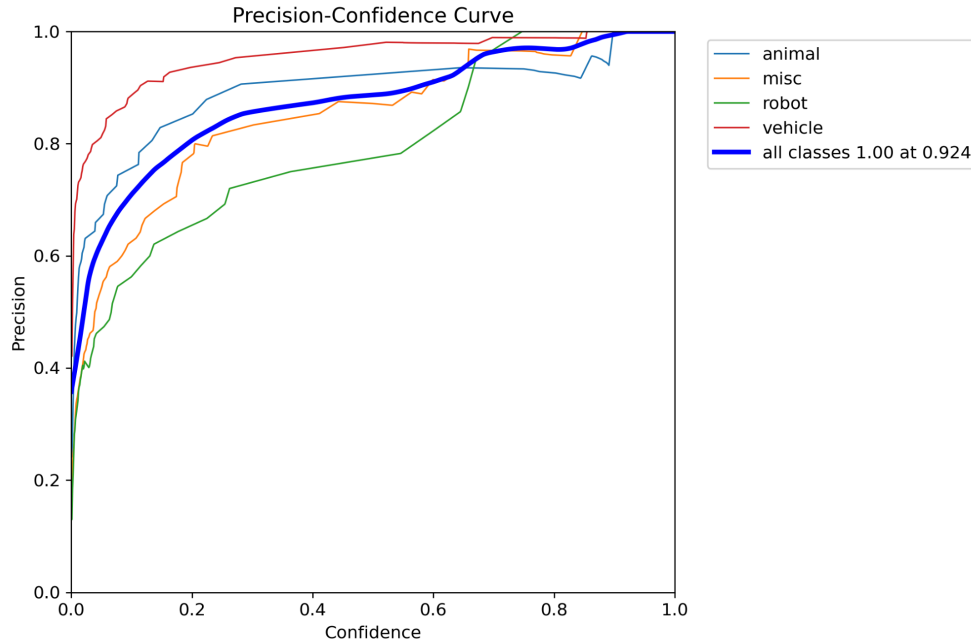


Gambar 4.16 Kurva F1-Confidence

Kurva ini menunjukkan hubungan antara skor F1 (keseimbangan precision-recall) dengan tingkat confidence model. Puncak tertinggi (0.92 pada confidence 0.680) mengindikasikan titik optimal dimana model mencapai keseimbangan terbaik antara akurasi dan cakupan deteksi untuk semua kelas.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

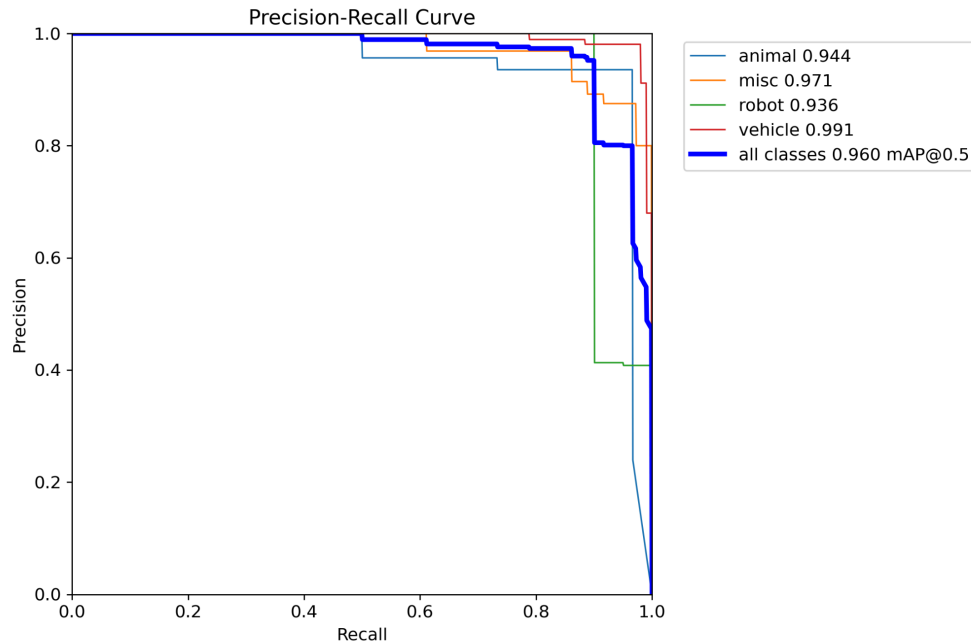


Gambar 4.17 Kurva Precision-Confidence

Kurva di atas memvisualisasikan hubungan antara tingkat presisi model dengan ambang batas confidence yang ditetapkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa model mencapai presisi sempurna (1.00) ketika confidence threshold berada pada 0.924, mengindikasikan bahwa prediksi dengan confidence di atas nilai tersebut hampir selalu benar. Namun, terlihat bahwa pada confidence di bawah 0.4, nilai presisi cenderung rendah (sekitar 0.2-0.4).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



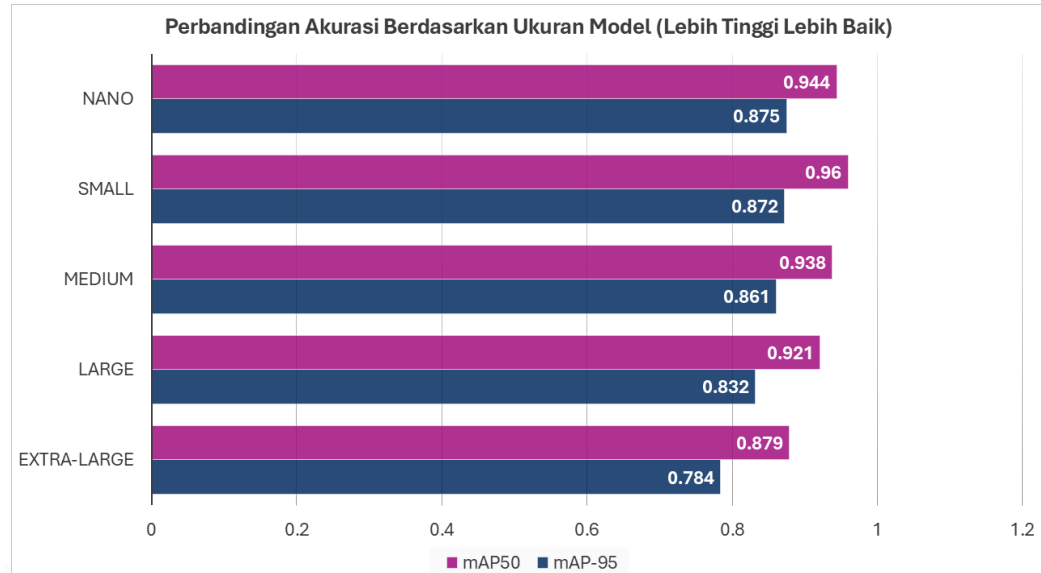
Gambar 4.18 Kurva Precision-Recall

Kurva di atas menggambarkan trade-off antara presisi dan recall, di mana nilai mAP@0.5 sebesar 0.960 menunjukkan performa keseluruhan yang sangat baik. Kategori "vehicle" kembali menonjol dengan presisi hampir sempurna (0.991), sementara "animal" berada di posisi terendah (0.944). Nilai recall yang mencapai 1.0 pada titik tertentu menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi semua instance objek ketika confidence threshold disesuaikan, meskipun dengan konsekuensi penurunan presisi.

Data yang disajikan dalam uraian grafik diatas diperoleh dari evaluasi performa model YOLOv11 dengan ukuran Small menggunakan pembagian data (split) 80:20, dimana 80% data digunakan untuk pelatihan dan 20% untuk validasi. Metrik utama yang digunakan adalah mAP50 (mean Average Precision pada IoU threshold 0.5) dan mAP50-95 (rata-rata mAP pada IoU threshold 0.5 hingga 0.95).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.19 Perbandingan mAP ukuran model

Berdasarkan data yang diperoleh dari evaluasi model YOLOv11 dalam berbagai ukuran, dapat diamati bahwa model ini menunjukkan performa yang sangat baik dalam tugas klasifikasi mainan. Model Small mencapai nilai mAP50 sebesar 0.96, yang lebih tinggi dibandingkan beberapa varian ukuran lain seperti Nano (0.944) dan Large (0.938). Temuan ini memperkuat pilihan YOLOv11-Small sebagai arsitektur utama dalam sistem klasifikasi mainan, karena menawarkan keseimbangan optimal antara akurasi dan kebutuhan komputasi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan sistem klasifikasi mainan berbasis web dengan algoritma YOLOv11, dapat disimpulkan beberapa poin utama sebagai berikut:

1. Pengembangan model klasifikasi mainan berhasil dilakukan dengan menggunakan YOLOv11, yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan mainan donasi ke dalam empat kategori visual. Model YOLOv11-Small dipilih sebagai varian paling optimal berdasarkan nilai mAP50 sebesar 0.96, yang menunjukkan akurasi tinggi dengan efisiensi komputasi yang seimbang.
2. Sistem web yang terintegrasi antara frontend (Next.js) dan backend (FastAPI) berjalan dengan baik untuk memfasilitasi proses klasifikasi mainan secara real-time. Sistem ini dapat mendukung deteksi objek langsung dari kamera pengguna, pengunggahan citra, penyimpanan data hasil klasifikasi, serta penyesuaian parameter confidence dan *IoU threshold* untuk tuning performa model.
3. Evaluasi sistem menggunakan metode black box testing menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas aplikasi berjalan sesuai harapan. Semua skenario pengujian pada antarmuka pengguna, seperti halaman login, dashboard, dan deteksi gambar, berhasil dieksekusi tanpa error. Selain itu, evaluasi performa model melalui confusion matrix membuktikan bahwa model dapat mengklasifikasikan mainan dengan *precision* dan *recall* tinggi..

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Untuk mendukung pengembangan lanjutan serta penerapan sistem klasifikasi mainan donasi secara lebih optimal, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perluasan dan diversifikasi dataset

Dataset yang digunakan dalam pelatihan model sebaiknya diperluas, tidak hanya dalam jumlah citra tetapi juga variasi sudut pandang, latar belakang, serta pencahayaan. Koleksi data penting untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap data nyata di lapangan.

2. Penerapan *active learning*

Integrasi umpan balik pengguna dalam siklus pelatihan ulang model dapat mempercepat peningkatan akurasi dan menyesuaikan model dengan kebutuhan nyata di lapangan.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Chee Luen, L., Guo, Y. & Jian, L., 2024. Engaging Play and Toys Foster the Development of Multiple Intelligence in Preschool Children. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14, pp.10.6007/IJARBS/v14-i2/21011.
- Srivastava, P. & Mehta, B., 2022. Role of Toys in Child Development. *Modern Management, Applied Science & Social Science (IJEMMASSS)*, 340(01).
- Alabi, O.A., Ologbonjaye, K.I., Awosolu, O. & Alalade, O.E., 2019. Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *J Toxicol Risk Assess*, 5, pp.21. <https://doi.org/10.23937/2572>.
- Aulia, A., Azizah, R., Sulistyorini, L. & Rizaldi, M.A., 2023. Literature Review: Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan Pesisir, Biota Laut dan Potensi Risiko Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), pp.328-341.
- Ratnawati, S. & Ag, S., 2020. Processing of Plastic Waste Into Alternative Fuels in The Form of Grounded (Pertalastic) Through Pyrolysis Process in Science Laboratory of MTsN 3 West Aceh.
- Fitriyah, H. & Wihandika, R.C., 2021. *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Universitas Brawijaya Press.
- Marpaung, F., Aulia, F. & Nabila, R.C., 2022. *Computer Vision Dan Pengolahan Citra Digital*.
- Bengio, Y., Lecun, Y. & Hinton, G., 2021. Deep Learning for AI. *Communications of the ACM*, 64(7), pp.58-65.
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., Cui, C., Corrado, G., Thrun, S. & Dean, J., 2019. A Guide to Deep Learning in Healthcare. *Nature Medicine*, 25(1), pp.24-29.
- Chandana, R.K. & Ramachandra, A.C., 2022. Real Time Object Detection System with YOLO and CNN Models: A Review. *arXiv Prepr. arXiv2208*, 773.
- Kang, C.H. & Kim, S.Y., 2023. Real-Time Object Detection and Segmentation Technology: An Analysis of the YOLO Algorithm. *JMST Advances*, 5(2), pp.69-76.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- Mokhtar, R. & Khayyat, M., 2022. A Comparative Case Study of Waterfall and Agile Management. SAR Journal (2619-9955), 5(1).
- Kohn, T., van Rossum, G., Bucher II, G.B., Talin and Levkivskyi, I., 2020, November. Dynamic pattern matching with Python. In Proceedings of the 16th ACM SIGPLAN International Symposium on Dynamic Languages (pp. 85-98).
- Islam, N., Chowdhury, R. and Islam, S., 2023. A Comparative Analysis of PHP and Python Programming Languages for Optimal Software Development. IJIT Journal, International Journal of Information Technology, 8(1).
- Ma, X., 2024. Development and Automation of a Web Applications Using FastAPI, Jenkins, and Robot Framework.
- Aghababaeyan, Z., Abdellatif, M., Briand, L. and Bagherzadeh, M., 2023. Black-box testing of deep neural networks through test case diversity. IEEE Transactions on Software Engineering, 49(5), pp.3182-3204.
- Pati, S. and Zaki, Y., 2025, May. Evaluating the Efficacy of Next.js: A Comparative Analysis with React.js on Performance, SEO, and Global Network Equity. In Companion Proceedings of the ACM on Web Conference 2025 (pp. 1239-1243).
- Aprilla, A., Prihartono, W. & Rohmat, C.L., 2024. Optimasi Model Klasifikasi Citra Sampah Daur Ulang dengan Algoritma YOLO11. Jurnal Khatulistiwa Informatika, 12(2), pp.92-97.
- Kohsasih, K.L., Rizky, M.D.A., Fahriyani, T., Wijaya, V. & Rosnelly, R., 2022. Analisis perbandingan algoritma convolutional neural network dan algoritma multi-layer perceptron neural dalam klasifikasi citra sampah. JTM, 10(2), pp.22–28.
- Bahagia, G.A. & Akbar, M., 2024. Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 8(5), pp.10349-10355.
- Wahyutama, A.B. and Hwang, M., 2022. YOLO-based object detection for separate collection of recyclables and capacity monitoring of trash bins. Electronics, 11(9), p.1323.
- Srinilta, C. and Kanharattanachai, S., 2019, July. Municipal solid waste segregation with CNN. In 2019 5th International conference on engineering, applied sciences and technology (ICEAST) (pp. 1-4). IEEE.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sreelakshmi, K., Akarsh, S., Vinayakumar, R. and Soman, K.P., 2019, March. Capsule neural networks and visualization for segregation of plastic and non-plastic wastes. In 2019 5th international conference on advanced computing & communication systems (ICACCS) (pp. 631-636). IEEE.

Abdillah, H., Syahbana, A.N., Al Husain, G.I. & Agustin, S., 2024. Detektif Sampah: Klasifikasi Jenis Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Metode YOLOv5 Berbasis Website. Jurnal Inovatif, 3(2), pp.128-135.

Ningrum, F.C., Suherman, D., Aryanti, S., Prasetya, H.A. and Saifudin, A., 2019. Pengujian black box pada aplikasi sistem seleksi sales terbaik menggunakan teknik equivalence partitions. Jurnal Informatika Universitas Pamulang, 4(4), pp.125-130.

He, L.H., Zhou, Y.Z., Liu, L., Cao, W. and Ma, J.H., 2025. Research on object detection and recognition in remote sensing images based on YOLOv11. Scientific Reports, 15(1), p.14032.

He, L., Zhou, Y., Liu, L. and Ma, J., 2024. Research and Application of YOLOv11-Based Object Segmentation in Intelligent Recognition at Construction Sites. Buildings, 14(12), p.3777.

Koc, H., Erdoğan, A.M., Barjakly, Y. and Peker, S., 2021, March. UML diagrams in software engineering research: a systematic literature review. In Proceedings (Vol. 74, No. 1, p. 13). MDPI.

United Nations, 2025. Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns. United Nations Sustainable Development Goals. Available at: <https://sdgs.un.org/goals/goal12> [Accessed 24 June 2025].

Lee, J., Kim, H. & Park, D., 2021. Challenges in Pre-Processing for Smart Waste Management: A Review of Sorting and Classification Techniques. International Journal of Environmental Technology and Innovation, 5(2), pp. 112–124.

Chen, Y., Lu, H., & Singh, A. (2022). Smart Pre-processing for Heterogeneous Donated Goods: A Systematic Review. Waste Management and Innovation, 6(3), 78–91.

Martínez, D., & Cho, J. (2020). From Trash to Treasure: Optimizing Redistribution of Repaired and Repurposed Toys. Circular Economy Studies, 1(1), 33–49.

Rácz, A., Bajusz, D. and Héberger, K., 2021. Effect of dataset size and train/test split ratios in QSAR/QSPR multiclass classification. Molecules, 26(4), p.1111.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Gilang Rianto Utomo

Lahir di Bekasi, 5 Mei 2003. Anak ketiga dari tiga bersaudara. Lulus dari SDN Mekarsari 01 pada tahun 2015, SMP Negeri 1 Tambun Selatan pada tahun 2018, dan SMA Negeri 1 Tambun Selatan, pada tahun 2021. Saat ini sedang menempuh Pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jakarta. Tertarik pada bidang machine learning dan computer vision.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**