



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI SI TEKNOLOGI INFORMASI
Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

FORM PENGAJUAN JUDUL



Nama : Putrija Br. Malau

NIM : 211402063

Judul diajukan oleh* : ☐ Dosen

☒ Mahasiswa

Bidang Ilmu (tulis dua bidang) :

1. Data Science and Intelligent System
2. Computer Graphics and Vision

Uji Kelayakan Judul** : ☒ Diterima ☐ Ditolak

Hasil Uji Kelayakan Judul :

Calon Dosen Pembimbing I: Umayra Ramadhani Putri Nasution S.TI., M.Kom.
(Jika judul dari dosen maka dosen tersebut berhak menjadi pembimbing I)

Calon Dosen Pembimbing II: Annisa Fadhillah Pulungan S.Kom., M.Kom.

Paraf Calon Dosen Pembimbing I

Medan, 04 Februari 2025

Ka. Laboratorium Penelitian,

* Centang salah satu atau keduanya

** Pilih salah satu

(Fanindia Purnamasari S.TI., M.IT.)

NIP. 198908172019032023



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: <http://it.usu.ac.id>

RINGKASAN JUDUL YANG DIAJUKAN

*Semua kolom di bawah ini diisi oleh mahasiswa yang sudah mendapat judul

Judul / Topik Skripsi	KLASIFIKASI REAL-TIME CITRA SAMPAH MENGGUNAKAN YOLO UNTUK SMART VENDING MACHINE ECOSEA
Latar Belakang dan Penelitian Terdahulu	<p>Latar Belakang</p> <p>Permasalahan pengelolaan sampah telah menjadi tantangan serius yang dihadapi Indonesia. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2024, jumlah sampah yang dihasilkan di Indonesia mencapai 25,66 juta ton, dengan komposisi 20,22% sampah plastik dan 11,72% sampah kertas/karton (Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2024). Dari total sampah tersebut, 37,7% atau sebanyak 9,6 juta ton merupakan sampah yang tidak terkelola dengan baik. Angka ini menunjukkan besarnya potensi sampah yang bisa didaur ulang jika dikelola dengan sistem yang tepat.</p> <p>Berbagai penelitian telah dilakukan dalam pengembangan sistem klasifikasi sampah otomatis. Penelitian yang dilakukan oleh Nonso Nnamoko et al. (2022) mengembangkan CNN untuk klasifikasi sampah dengan hanya dua kategori yaitu sampah organik dan sampah yang dapat didaur ulang. Penelitian tersebut hanya mencapai akurasi 80.88% meskipun menggunakan <i>dataset</i> yang cukup besar yaitu 25,077 gambar. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya mengklasifikasikan sampah menjadi 2 kategori yang sangat umum, sehingga kurang spesifik untuk penerapan di dunia nyata yang membutuhkan klasifikasi lebih detail.</p> <p>Penelitian yang dilakukan oleh F. Alzyoud et al. (2021) menggunakan model <i>AlexNet</i> dan <i>GoogLeNet</i> untuk klasifikasi sampah. Meski menggunakan dua arsitektur CNN yang populer, hasil akurasi yang didapat relatif rendah yaitu 75% untuk <i>AlexNet</i> dan 83% untuk <i>GoogLeNet</i>. Selain itu, waktu <i>training</i> yang dibutuhkan sangat lama terutama untuk <i>GoogLeNet</i> yang memerlukan 400 menit, sehingga kurang efisien untuk pengembangan dan penyesuaian model.</p> <p>Penelitian dari Achmad Reza Fahcruroji et al. (2024) menggunakan CNN <i>MobileNet</i> untuk klasifikasi sampah di bank sampah. Meskipun beberapa kategori mencapai akurasi tinggi seperti 96% untuk sampah metal, model ini memiliki performa yang tidak konsisten dengan akurasi yang lebih rendah untuk kategori lain seperti kaca (76%) dan plastik (72%). Penelitian ini juga mengalami masalah tingginya tingkat <i>loss</i> pada data latih dan validasi, serta kesulitan dalam membedakan objek yang memiliki bentuk serupa seperti botol plastik dan kaca.</p> <p>Sebagian besar penelitian terdahulu masih terbatas pada klasifikasi sampah dalam skenario statis dan hanya mencakup beberapa kategori sampah. Selain itu, penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya menggunakan satu <i>dataset</i> tertentu dan teknik augmentasi data yang terbatas, yang dapat mempengaruhi kemampuan generalisasi model dalam kondisi nyata. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem dengan judul "KLASIFIKASI REAL-TIME CITRA SAMPAH MENGGUNAKAN YOLO UNTUK SMART VENDING MACHINE ECOSEA". Penelitian ini membawa beberapa inovasi penting: pertama, implementasi klasifikasi <i>real-time</i> yang memungkinkan deteksi sampah secara langsung; kedua, peningkatan jumlah kategori sampah menjadi enam jenis (Kertas, Kardus, Plastik, Kabel, Baterai, dan Kaleng); ketiga, penggunaan <i>dataset</i> yang lebih beragam dari berbagai sumber untuk meningkatkan ketahanan model; dan keempat, penerapan teknik augmentasi data yang lebih canggih seperti <i>Mosaic Augmentation</i>, yang menggabungkan empat</p>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

gambar pelatihan menjadi satu gambar baru untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model.

You Only Look Once versi 8 (YOLOv8) dipilih sebagai algoritma *deep learning* untuk tugas ini karena beberapa keunggulan: kemampuan deteksi objek *real-time* dengan akurasi tinggi, arsitektur yang lebih efisien dibanding versi sebelumnya, dan dukungan untuk optimasi model yang memungkinkan implementasi yang lebih efisien pada perangkat *edge*. Meskipun penelitian ini tidak mencakup pembangunan fisik *vending machine*, sistem yang dikembangkan akan menggunakan kamera dan antarmuka *website* sebagai alternatif untuk mensimulasikan kondisi operasional *smart vending machine*.

Implementasi sistem klasifikasi sampah menggunakan YOLOv8 dapat memberikan beberapa keuntungan signifikan. Pertama, sistem ini dapat mengotomatisasi proses pemilahan sampah yang selama ini masih banyak dilakukan secara manual, meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan manusia. Kedua, dengan kemampuan *real-time processing*, sistem dapat memberikan *feedback* langsung kepada pengguna, meningkatkan interaktivitas dan pengalaman pengguna. Ketiga, data yang dikumpulkan dari sistem dapat digunakan untuk analisis pola pembuangan sampah dan optimasi pengelolaan sampah di masa depan. Pengembangan meliputi proses pengumpulan *dataset* dari berbagai sumber, *preprocessing* data yang komprehensif, implementasi teknik augmentasi data *advanced*, dan optimasi model untuk performa *real-time*. Model yang dikembangkan ditargetkan dapat mengenali enam kategori sampah dengan akurasi tinggi dalam kondisi pencahayaan dan sudut pandang yang bervariasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan pengembangan sistem *smart vending machine* yang lebih komprehensif, sekaligus memberikan kontribusi dalam upaya pengelolaan sampah yang lebih efektif di Indonesia.

Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
1.	Cuiping Shi, Cong Tan, Tao Wang dan Ligu Wang	A Waste Classification Method Based on a Multilayer Hybrid Convolution Neural Network	2021	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode klasifikasi sampah yang lebih efektif dengan menggunakan <i>multilayer hybrid convolution neural network</i> (MLH-CNN), yang dirancang mirip dengan <i>VggNet</i> tetapi lebih sederhana dan efisien. Hasilnya menunjukkan akurasi klasifikasi hingga 92.6%, lebih tinggi 4.18% dan 4.6% dibandingkan metode-metode terbaru lainnya.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

	2.	Nonso Nnamoko, Joseph Barrowclough dan Jack Procter	Solid Waste Image Classification Using Deep Convolutional Neural Network	2022	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan CNN untuk klasifikasi sampah menjadi dua kategori utama: sampah organik dan sampah yang dapat didaur ulang. Menggunakan <i>dataset</i> Kaggle yang terdiri dari 25,077 gambar, penelitian ini menerapkan metode pengurangan ukuran gambar untuk meningkatkan efisiensi pelatihan model. Hasil menunjukkan bahwa model dengan resolusi gambar kecil (80×45) menghasilkan akurasi 80.88%,
	3.	Anthony Ashwin Peter Chazhooor, Edmond S. L. Ho, Bin Gao dan Wai Lok Woo	Deep transfer learning benchmark for plastic waste Classification	2022	Penelitian ini berfokus pada klasifikasi berbagai jenis plastik menggunakan enam model CNN yang telah dilatih sebelumnya pada <i>dataset ImageNet—Resnet-50, ResNeXt, MobileNet_v2, DenseNet, ShuffleNet, dan AlexNet</i> . Hasilnya menunjukkan bahwa model <i>ResNeXt</i> mencapai akurasi tertinggi sebesar 87.44%, dengan waktu pelatihan 14 menit.
	4.	Sehrish Munawar Cheema, Abdul Hannan dan Ivan Miguel Pires	Smart Waste Management and Classification Systems Using Cutting Edge Approach	2022	Penelitian ini melibatkan penerapan algoritma deep learning <i>VGG16</i> . Hasilnya menunjukkan akurasi klasifikasi mencapai 96%. Namun, kekurangan dari penggunaan <i>VGG16</i> adalah kecepatan inferensi yang lebih lambat dibandingkan model yang lebih ringan, seperti <i>MobileNet</i> , yang mungkin membatasi aplikasinya dalam situasi <i>real-time</i> .



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

	5.	Risfendra, Gheri Febri Ananda, Herlin Setyawan	Deep Learning- Based Waste Classification with Transfer Learning Using EfficientNet- B0 Model	2024	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi sampah dengan model <i>EfficientNet-B0</i> dan teknik <i>transfer learning</i> . Hasilnya menunjukkan akurasi pengujian sebesar 91,94%, presisi 92,10%, <i>recall</i> 91,94%, dan <i>F1-score</i> 91,96%.
	6.	Ulfah Nur Oktaviana, Yufis Azhar	Garbage Classification Using Ensemble DenseNet169	2021	Penelitian ini menggunakan metode <i>transfer learning</i> dengan model <i>pretrained DenseNet169</i> . Selain itu, dilakukan <i>oversampling</i> untuk menyeimbangkan distribusi data, dan mengimplementasikan metode <i>ensemble</i> yang menggabungkan lima model untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang lebih baik. Hasil akhir berhasil mencapai akurasi hingga 96% pada <i>dataset</i> pengujian. Sebelumnya, akurasi model tanpa <i>balancing</i> hanya mencapai 91%.
	7.	F. Alzyoud, W. Maqableh, F. Al Shrouf	A Semi Smart Adaptive Approach for Trash Classification	2021	Penelitian ini bertujuan dalam pengklasifikasian limbah guna meningkatkan efisiensi daur ulang. Model CNN yang digunakan (<i>AlexNet</i> dan <i>GoogLeNet</i>) menunjukkan tingkat akurasi pengenalan material sebesar 75% dan 83%, masing-masing. Meskipun <i>GoogleNet</i> lebih akurat, prosesnya memerlukan waktu yang lebih lama (400 menit) dibandingkan <i>AlexNet</i> (80 menit).



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

	8.	Achmad Reza Fahcruroji, Madona Yunita Wijaya dan Irma Fauziah	Implementasi Algoritma CNN MOBILENET Untuk Klasifikasi Gambar Sampah Di Bank Sampah	2024	Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi dengan <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) berbasis arsitektur <i>MobileNet</i> untuk mengidentifikasi jenis sampah melalui data citra. Hasilnya menunjukkan akurasi yang baik, dengan 96% untuk sampah metal, 92% untuk kertas dan organik, 80% untuk kardus, 76% untuk kaca, dan 72% untuk plastik. Namun, terdapat kekurangan berupa tinggi tingkat <i>loss</i> pada data latih dan validasi serta kesulitan dalam membedakan objek yang memiliki bentuk serupa, seperti botol plastik dan kaca, yang dapat menyebabkan kesalahan prediksi.
Rumusan Masalah	Sampah merupakan permasalahan lingkungan yang serius dan memerlukan penanganan yang efektif. Teknik manual dalam memilah sampah, seperti mengandalkan kesadaran individu untuk membuang sampah sesuai kategori, masih belum optimal. Banyak individu yang kurang memahami cara memilah sampah dengan benar atau tidak memiliki kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah yang baik, sehingga sampah sering tercampur dan sulit untuk didaur ulang. Kesalahan dalam pemilahan sampah dapat menghambat proses daur ulang, meningkatkan jumlah sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), serta mencemari lingkungan. Selain itu, metode manual dalam memilah sampah memerlukan waktu dan tenaga ekstra, sehingga kurang efisien jika diterapkan dalam skala besar. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih efektif untuk membantu proses klasifikasi sampah secara otomatis guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemilahan sampah.				



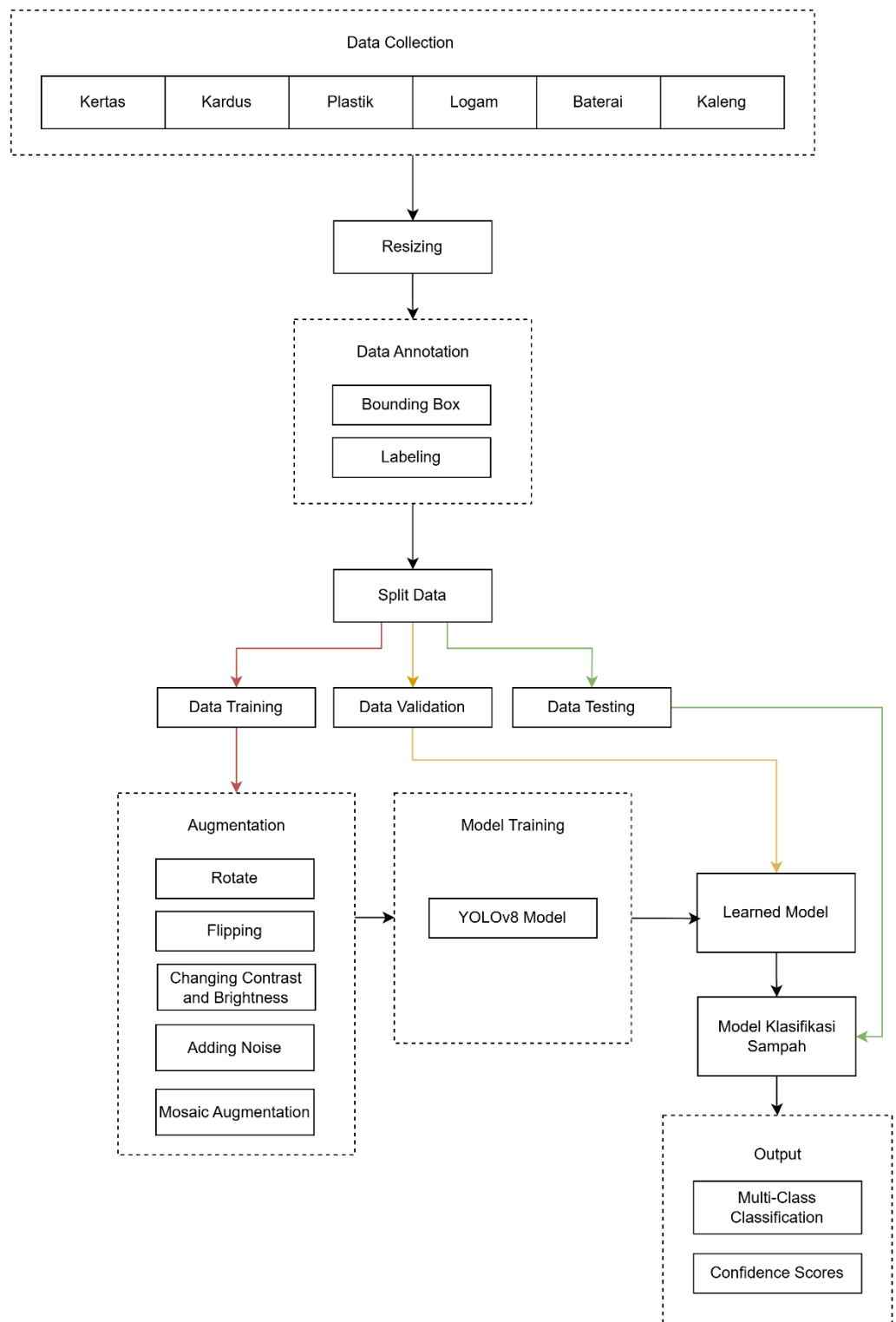
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: <http://it.usu.ac.id>

Metodologi



Tahapan Penelitian:

1. Pengumpulan Data (Data Collection)

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data gambar dari berbagai sumber, termasuk *dataset* publik seperti Kaggle, dan juga pengambilan gambar secara langsung dari lingkungan sekitar. *Dataset* akan dikumpulkan dan dibagi menjadi enam kelas yang berbeda, yaitu: Kertas, Kardus, Plastik, Kabel, Baterai, dan Kaleng.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

2. Resizing

Sebelum melakukan anotasi, semua gambar akan diubah ukurannya (*resize*) untuk memastikan keseragaman input data yang akan diproses oleh model.

3. Data Annotation

Setiap gambar akan melalui proses anotasi yang terdiri dari dua tahap penting. Pertama, pemberian *bounding box* yang akurat untuk menandai lokasi setiap objek sampah. Kedua, proses *labeling* untuk mengidentifikasi kelas masing-masing objek, menggunakan format anotasi YOLO (*label*, *x_center*, *y_center*, *width*, *height*). Akurasi pelabelan sangat penting untuk kinerja model.

4. Split Data

Setelah data dikumpulkan, *dataset* akan dibagi menjadi tiga bagian: data *training*, data *validation*, dan data *testing*. Rasio yang digunakan adalah 60% untuk data *training*, 20% untuk data *validation*, dan 20% untuk data *testing*.

5. Augmentation

Teknik augmentasi data juga diterapkan, meliputi *rotating*, *flipping*, *changing contrast and brightness*, dan *noise Gaussian*. Untuk mencapai hasil optimal, teknik augmentasi data *advanced* diterapkan yaitu *Mosaic Augmentation*.

a) *Rotating*

- Penting karena sampah dapat ditempatkan dalam berbagai posisi di dalam *vending machine*.
- Membantu model mendeteksi dan mengidentifikasi objek dari berbagai sudut pandang.

b) *Flipping*

- Krusial terutama untuk objek berbentuk simetris.
- Memungkinkan model mengenali objek dari berbagai perspektif.

c) *Changing Contrast and Brightness*

- *Vending machine* sering beroperasi di lingkungan dengan pencahayaan yang bervariasi.
- Membantu model mengenali objek dalam berbagai kondisi pencahayaan untuk meningkatkan efisiensi pemilahan sampah.

d) *Noise Gaussian*

- Menjadikan model lebih tangguh terhadap gangguan seperti gambar terdistorsi atau buram.
- Meningkatkan akurasi dalam kondisi lingkungan nyata yang kurang ideal.

e) *Mosaic Augmentation* (teknik augmentasi *advanced*)

- Menggabungkan empat gambar pelatihan menjadi satu untuk meningkatkan keberagaman data.
- Memberikan konteks lebih kompleks sehingga meningkatkan kemampuan generalisasi model.

6. Model Training

Model YOLOv8 akan dilatih menggunakan data *training* yang telah diproses. Proses training akan menggunakan *optimiser* dan *learning rate* yang akan disesuaikan secara dinamis selama *training*. Ukuran *batch data* yang akan diproses dalam setiap iterasi *training* akan diatur secara optimal. *Training* akan berlangsung hingga model mencapai kinerja yang memuaskan pada data *validation*, yang akan dipantau secara berkala. Fungsi *loss* yang digunakan adalah fungsi *loss* bawaan YOLOv8.

7. Model Klasifikasi Sampah

Setelah *training* selesai, model YOLOv8 yang terlatih akan diuji menggunakan data *testing* yang belum pernah dilihat sebelumnya. Kinerja model akan dinilai menggunakan beberapa metrik evaluasi, yaitu *Mean Average Precision* (mAP), *precision*, *recall*, dan *F1-score*. mAP mengukur rata-rata *precision* dan *recall*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: <http://it.usu.ac.id>

	<p>untuk semua kelas sampah. <i>Precision</i> mengukur proporsi prediksi positif yang benar, sementara <i>recall</i> mengukur proporsi contoh positif yang diidentifikasi dengan benar. <i>F1-score</i> adalah rata-rata harmonik dari <i>precision</i> dan <i>recall</i>.</p> <p>8. Output</p> <p>Menggunakan kamera dan <i>website</i> sebagai alternatif dari kamera <i>vending machine</i>, <i>output</i> dari model YOLOv8 akan berupa <i>Multi-Class Classification</i>, di mana model akan memprediksi kelas sampah untuk setiap objek yang terdeteksi dalam gambar. Selain klasifikasi, model juga akan memberikan <i>Confidence Scores</i> untuk setiap prediksi, yang menunjukkan tingkat keyakinan model pada prediksinya. Terakhir, informasi tentang waktu pemrosesan dan status pemrosesan akan diberikan untuk evaluasi efisiensi sistem.</p> <p>Perangkat Pendukung:</p> <p>Meskipun penelitian ini berfokus pada pengembangan model klasifikasi sampah dan pembuatan <i>vending machine</i> berada di luar ruang lingkup penelitian ini, penting untuk mempertimbangkan bagaimana sistem klasifikasi ini dapat diintegrasikan dengan perangkat pendukung untuk meningkatkan efisiensinya di masa depan.</p> <p>Beberapa perangkat yang dapat mendukung proses klasifikasi:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Sistem Conveyor Belt Sampah yang sudah diklasifikasikan akan dilewatkan melalui <i>conveyor belt</i>. <i>Conveyor belt</i> dirancang agar sampah dapat diarahkan ke wadah yang tepat berdasarkan jenisnya.2. Sensor dan Aktuator Penggunaan sensor seperti sensor <i>proximity</i> atau sensor ultrasonik dapat membantu mendeteksi posisi sampah, sehingga memungkinkan pengembangan sistem pemisahan yang lebih otomatis dalam pengelolaan sampah. Sensor dipasang di sepanjang <i>conveyor belt</i>. Sensor ini mendeteksi posisi sampah dan mengirimkan sinyal ke aktuator. Aktuator seperti <i>motor servo</i> akan menggerakkan mekanisme pemisah untuk mengarahkan sampah ke wadah yang tepat.3. Wadah Terpisah Meskipun penelitian ini tidak mencakup implementasi fisik, konsep wadah terpisah untuk menampung berbagai jenis sampah merupakan aspek yang patut dipertimbangkan dalam pengembangan lebih lanjut dari sistem klasifikasi sampah. Wadah ini berupa tabung yang dirancang khusus untuk menampung jenis sampah tertentu
Referensi	<p>Shi, C., Tan, C., Wang, T., & Wang, L. (2021). A Waste Classification Method Based on a Multilayer Hybrid Convolution Neural Network. <i>Applied Sciences</i>, 11(18), 8572. https://doi.org/10.3390/app11188572</p> <p>Nnamoko, N., Barrowclough, J., & Procter, J. (2022). Solid Waste Image Classification Using Deep Convolutional Neural Network. <i>Infrastructures</i>, 7(4), 47. https://doi.org/10.3390/infrastructures7040047</p> <p>Chazhoor, A. A. P., Ho, E. S. L., Gao, B., & Woo, W. L. (2022). Deep transfer learning benchmark for plastic waste classification. <i>Intelligence & Robotics</i>. https://doi.org/10.20517/ir.2021.15</p> <p>Cheema, S. M., Hannan, A., & Pires, I. M. (2022). Smart Waste Management and Classification Systems Using Cutting Edge Approach. <i>Sustainability</i>, 14(16), 10226. https://doi.org/10.3390/su141610226</p>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Alumni No. 3 Gedung C, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155
Telepon/Fax: 061-8210077 | Email: tek.informasi@usu.ac.id | Laman: http://it.usu.ac.id

- Risfendra, R., Ananda, G. F., & Setyawan, H. (2024). Deep Learning-Based Waste Classification with Transfer Learning Using EfficientNet-B0 Model. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 8(4), 535–541. <https://doi.org/10.29207/resti.v8i4.5875>
- Ulfah Nur Oktaviana, & Yufis Azhar. (2021). Garbage Classification Using Ensemble DenseNet169. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(6), 1207–1215. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i6.3673>
- Alzyoud, F., Maqableh, W., & Al Shrouf, F. (2021). A Semi Smart Adaptive Approach for Trash Classification. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS COMMUNICATIONS & CONTROL*, 16(4). <https://doi.org/10.15837/ijccc.2021.4.4172>
- Fahcruroji, A. R., Madona Yunita Wijaya, & Irma Fauziah. (2024). IMPLEMENTASI ALGORITMA CNN MOBILENET UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR SAMPAH DI BANK SAMPAH. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 11(1), 45–51. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v11i1.8101>
- Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah adalah Capaian Pengurangan dan Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. (2024). *Sistem Informasi Pengelolaan Sumber Daya Alam (SIPSN)*. Diperoleh dari <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Maalouf, A., & Mavropoulos, A. (2022). Re-assessing global municipal solid waste generation. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 41(4), 936–947. <https://doi.org/10.1177/0734242x221074116>
- Diwan, T., Anirudh, G. & Tembhurne, J.V. Object detection using YOLO: challenges, architectural successors, datasets and applications. *Multimed Tools Appl* 82, 9243–9275 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13644-y>
- Aishwarya, A., Wadhwa, P., Owais, O., & Vashisht, V. (2021). A Waste Management Technique to detect and separate Non-Biodegradable Waste using Machine Learning and YOLO algorithm. *2021 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 443–447. <https://doi.org/10.1109/confluence51648.2021.9377163>
- Ali, M. L., & Zhang, Z. (2024). The YOLO Framework: A Comprehensive Review of Evolution, Applications, and Benchmarks in Object Detection. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.1785.v1>

Medan, 04 Februari 2024
Mahasiswa yang mengajukan,

(Putrija Br. Malau)

NIM. 211402063