

Pelaporan dan Pendeteksian Adanya Sampah Guna Menjaga Kebersihan Lingkungan Berbasis YOLOv8

Mohamad Maulana Firdaus Ramadhan¹, Rizqika Mulia Pratama², Ikhwan Al Hakim³, Ayu Purwarianti⁴

¹Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Kota Bandung, 40132, email: 18222140@mahasiswa.itb.ac.id

²Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Kota Bandung, 40132, email: 13522126@mahasiswa.itb.ac.id

³Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Kota Bandung, 40132, email: 13522147@mahasiswa.itb.ac.id

⁴Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Kota Bandung, 40132, email: ayu@itb.ac.id

Corresponding Author: Mohamad Maulana Firdaus Ramadhan

INTISARI — Di Indonesia, dari data yang terdapat pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, jumlah sampah tercatat sebanyak sekitar 20 juta ton sepanjang tahun 2023. Angka ini sangat mengkhawatirkan, mengingat dampak yang ditimbulkannya seperti pencemaran air dan udara serta potensi terjadinya bencana alam seperti banjir akibat tersumbatnya saluran air oleh sampah. Oleh karena itu, penggunaan teknologi informasi harus dioptimalkan untuk mengatasi masalah sampah ini. Peneliti mengusulkan pembuatan aplikasi berbasis YOLOv8 yang dapat mendeteksi dan melaporkan keberadaan sampah untuk menjaga kebersihan lingkungan. Aplikasi ini menggunakan teknologi *computer vision* untuk memantau kondisi kebersihan di berbagai lokasi. Informasi dari pemindaian kondisi lingkungan oleh *computer vision* diekstrak dan digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan sampah menggunakan algoritma YOLOv8. Ketika sampah terdeteksi, aplikasi akan mengirimkan laporan otomatis ke dinas kebersihan atau pihak terkait untuk tindakan lebih lanjut, seperti pembersihan dan pengelolaan sampah. Untuk mengevaluasi kinerja model, digunakan metrik *Mean Average Precision* (mAP). Hasil menunjukkan bahwa model ini memiliki skor mAP sebesar 0.92.

KATA KUNCI — YOLOv8, *computer vision*, deteksi objek, deteksi sampah, sampah

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri yang berkembang pesat mendorong kemajuan teknologi dalam berbagai sektor, termasuk teknologi lingkungan. Kebersihan lingkungan merupakan kebutuhan mendesak bagi masyarakat Indonesia saat ini. Lingkungan yang bersih tidak hanya menciptakan kenyamanan dan estetika, tetapi juga penting untuk kesehatan masyarakat dan kelestarian ekosistem.

Namun, meskipun teknologi memberikan kemudahan dalam banyak aspek kehidupan, masalah sampah masih menjadi tantangan serius. Sampah sering kali ditemukan di jalanan, sungai, dan ruang publik lainnya, yang tidak hanya merusak keindahan pemandangan tetapi juga menimbulkan berbagai masalah kesehatan dan lingkungan.

Kondisi ini diperparah oleh beberapa faktor, seperti tingginya volume sampah yang tidak diimbangi dengan fasilitas pengelolaan sampah yang memadai, serta perilaku masyarakat yang belum disiplin dalam membuang sampah. Selain itu, penegakan aturan kebersihan yang kurang tegas dan kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan juga turut berkontribusi terhadap masalah ini.

Di Indonesia, dari data yang terdapat pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, jumlah sampah tercatat sebanyak sekitar 20 juta ton sepanjang tahun 2023. Angka ini sangat mengkhawatirkan, mengingat dampak yang ditimbulkannya seperti pencemaran air dan udara serta potensi terjadinya bencana alam seperti banjir akibat tersumbatnya saluran air oleh sampah.

Pemanfaatan teknologi informasi harus dimaksimalkan untuk mengurangi masalah sampah. Oleh karena ini, peneliti mengusulkan untuk membuat sebuah aplikasi berbasis YOLOv8 yang dapat mendeteksi dan melaporkan adanya sampah guna menjaga kebersihan lingkungan. Aplikasi ini memanfaatkan teknologi *computer vision* untuk memantau kondisi kebersihan di berbagai lokasi. Informasi dari pemindaian kondisi lingkungan oleh *computer vision* diekstrak dan digunakan untuk

mengidentifikasi keberadaan sampah menggunakan algoritma YOLOv8. Ketika sampah terdeteksi, aplikasi akan mengirimkan laporan otomatis ke dinas kebersihan atau pihak terkait untuk tindakan lebih lanjut, seperti pembersihan dan pengelolaan sampah.

B. Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan untuk membuat aplikasi berteknologi *computer vision* yang menggunakan model pembelajaran mesin YOLOv8 untuk mendeteksi adanya sampah di lingkungan berdasarkan pengamatan foto yang dipotret oleh pengguna aplikasi. Apabila sampah terdeteksi, dan tombol “Laporkan” ditekan, sistem otomatis akan mengirimkan laporan kepada pihak berwenang seperti dinas kebersihan dengan tujuan memberikan tindakan secepat mungkin seperti mengirim petugas kebersihan untuk membersihkan sampah yang terdeteksi. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat membantu menjaga kebersihan lingkungan secara efektif dan efisien.

C. Manfaat

Penelitian ini memiliki manfaat diantaranya :

1. Mendeteksi Sampah dengan Cepat: Dengan adanya sistem deteksi sampah secara real-time, dinas kebersihan dapat menerima laporan tentang adanya sampah dengan cepat. Hal ini memungkinkan mereka untuk segera merespon dan mengambil tindakan yang diperlukan seperti mengirim petugas kebersihan ke lokasi untuk membersihkan sampah yang terdeteksi.
2. Peningkatan Kebersihan Lingkungan: Dengan laporan sampah yang diterima secara real-time, dinas kebersihan dapat lebih efisien dalam menjaga kebersihan lingkungan. Hal ini akan meningkatkan kualitas hidup masyarakat, mengurangi risiko kesehatan yang disebabkan oleh penumpukan sampah, dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan nyaman.

3. Meningkatkan Kesadaran Masyarakat: Dengan teknologi yang dapat mendeteksi dan melaporkan sampah, masyarakat akan menjadi lebih sadar mengenai pentingnya membuang sampah ke tempatnya serta menjaga kebersihan lingkungan. Hal ini berguna untuk mendorong perubahan perilaku yang lebih positif dalam menjaga kebersihan lingkungan.

D. Batasan Yang Digunakan

Penelitian ini memiliki batasan-batasan yaitu (1) gambar yang digunakan sebagai sumber dalam penelitian ini diambil dari berbagai lokasi umum dengan kondisi lingkungan yang berbeda, yang mungkin mempengaruhi akurasi deteksi sampah. (2) Jumlah dan variasi data yang digunakan dalam proses training model terbatas, yang dapat mempengaruhi kemampuan model dalam mengenali berbagai jenis sampah di berbagai kondisi.

E. Kajian Serupa

Dari segi implementasi teknologi yang sama, penelitian berjudul "Autonomous Garbage Detection for Intelligent Urban Management" oleh Ying Wang dan Xu Zhang (2018) [10] menggunakan model Faster R-CNN untuk mendeteksi sampah secara otomatis dari gambar perkotaan. Model ini menggunakan jaringan ResNet dan strategi data augmentation untuk meningkatkan akurasi deteksi. Penelitian ini memiliki skor akurasi sebesar 0.89 dengan IoU 0.7.

F. Keterbaruan Metode

Penelitian yang diusulkan ini menggunakan YOLOv8, yang merupakan state-of-the-art dalam deteksi objek, untuk deteksi sampah yang berserakan. Pendekatan ini merupakan inovasi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan model Faster R-CNN. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan pada beberapa arsitektur populer seperti YOLOv8, EfficientDet, Faster R-CNN, dan YOLOv5, YOLOv8 terbukti menjadi yang paling akurat dan tercepat, dengan mAP50 sebesar 0.62 dan latensi GPU 1.3ms [11]. Selain itu YOLOv8 memiliki kelebihan meliputi kecepatan deteksi yang lebih tinggi, nilai akurasi dan presisi yang lebih baik, kemampuan generalisasi yang unggul di berbagai kondisi lingkungan, efisiensi kinerja yang lebih tinggi, dan kemampuan deteksi multi-objek. Semua kelebihan ini memungkinkan tindakan lebih cepat dan lebih efisien dalam menangani masalah sampah di berbagai lokasi umum, meningkatkan efektivitas dalam menjaga kebersihan lingkungan.

Architecture	mAP@50	GPU Latency
YOLOv8	0.62	1.3ms
EfficientDet	0.47	-
Faster R-CNN	0.41	54ms
YOLOv5	0.58	2.8ms

Gambar 1. Perbandingan Arsitektur

G. Kontribusi Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan pelatihan model menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi adanya sampah di lingkungan. Tujuan utama dalam penelitian ini yaitu guna meningkatkan kebersihan lingkungan dan mengurangi dampak negatif dari penumpukan sampah di Indonesia. Dengan adanya aplikasi yang dapat mendeteksi sampah secara otomatis dan sistem pelaporan sampah, komunikasi dengan dinas kebersihan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan responsif.

Selain itu, lokasi-lokasi yang sering terjadi penumpukan sampah dapat didata menggunakan hasil dari penelitian ini. Hal

ini memberikan kesempatan kepada pihak berwenang untuk meningkatkan kebersihan dan melakukan pemantauan langsung terhadap lokasi-lokasi tersebut. Dengan adanya pemantauan yang lebih intensif, diharapkan jumlah sampah di lingkungan dapat dikurangi dan langkah-langkah pengelolaan sampah yang lebih efektif dapat diimplementasikan.

Kontribusi lain dari penelitian ini adalah menyediakan data yang akurat tentang distribusi sampah di berbagai lokasi, yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya kebersihan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan terdapat peningkatan kesadaran dan kepedulian masyarakat mengenai pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dengan penggunaan teknologi inovatif.

II. STUDI LITERATUR

A. Computer vision

Computer vision merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang berfokus pada pengembangan algoritma beserta teknik yang memungkinkan komputer memiliki kemampuan visual. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk melihat, memahami, dan mengenali objek serta informasi dalam gambar dan video dengan cara yang mirip dengan kemampuan visual manusia.

Beberapa tugas utama dalam computer vision meliputi:

- **Klasifikasi Gambar:** Proses ini melibatkan pengenalan dan pengelompokan gambar ke dalam kategori atau kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, gambar dapat dikelompokkan sebagai "kucing" atau "anjing" berdasarkan ciri-ciri visual yang dikenali.
- **Deteksi Objek:** Tugas ini mencakup identifikasi dan penentuan lokasi objek tertentu dalam gambar. Metode deteksi objek digunakan untuk menemukan dan memisahkan objek spesifik dari latar belakang. Contohnya adalah mengidentifikasi wajah manusia dalam sebuah gambar.
- **Pelacakan Objek:** Pelacakan objek bertujuan untuk mengikuti pergerakan suatu objek dari waktu ke waktu dalam rangkaian frame video atau gambar. Tujuannya adalah untuk mempelajari jalur pergerakan objek dan memprediksi posisinya di frame selanjutnya. Pelacakan objek dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti pemantauan lalu lintas, pengawasan keamanan, dan augmented reality.

B. YOLOv8

YOLOv8, yang dirilis pada 10 Januari 2023, adalah versi kedelapan dari YOLO. YOLO (*You Only Look Once*) merupakan algoritma yang memanfaatkan *neural network* untuk menganalisis gambar dengan cara membaginya menjadi sejumlah grid. Dari sana, algoritma tersebut dapat memprediksi kotak perbatas serta probabilitasnya untuk setiap grid yang ada. Arsitektur YOLO terdiri dari Convolutional Neural Network yang terdiri dari 24 lapisan konvolusi dan 2 lapisan yang sepenuhnya terhubung. Lapisan lapisan konvolusi berfungsi untuk mengekstraksi fitur dari gambar input, sementara lapisan yang sepenuhnya terhubung digunakan untuk memprediksi output dan koordinat.

C. Mean Average Precision (mAP)

Mean Average Precision adalah sebuah metrik yang umum dipakai dalam menilai kinerja model deteksi objek yang menangani beberapa kelas. Metrik ini menghitung *Average Precision* (AP) untuk setiap kelas, kemudian mengambil rata-rata dari semua nilai AP tersebut..

Average Precision (AP) mengukur kualitas objek dengan mempertimbangkan presisi dan recall untuk setiap kelas. Presisi merupakan rasio objek yang terdeteksi dengan benar dibandingkan dengan total objek yang diprediksi sebagai objek tersebut. Recall adalah rasio objek yang terdeteksi dengan benar dibandingkan dengan total objek yang sebenarnya ada dalam data.

III. METODE EKSPERIMEN

A. Proses Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan data yang bersumber dari publikasi Roboflow, yang dibuat oleh pengguna dengan nama "Garbage detection" pada Februari 2024. Dataset ini terbagi menjadi tiga kategori: data latih (*train*), data validasi (*val*), dan data uji (*test*). Data latih meliputi 3.669 gambar yang diaplikasikan untuk melatih model, data validasi terdiri dari 260 gambar yang digunakan untuk menilai dan memvalidasi model, dan data uji yang berisi 258 gambar digunakan untuk menguji kemampuan model dalam memprediksi data baru. Dataset ini dipilih karena dianggap dapat menggambarkan berbagai kondisi sampah yang berserakan yang terdapat di lingkungan sekitar. Data dalam dataset ini telah siap pakai, di mana setiap gambar sudah dianotasi sebelumnya. Selain itu juga, data diaugmentasi dengan *flip* horizontal dan *flip* vertikal lalu *rotate clockwise* dan *counter clockwise*. Peneliti kemudian mengekstrak dan menyimpan data dalam format YOLOv8 untuk penggunaan langsung dalam pelatihan model.



Gambar 2. Contoh data sampah yang telah dianotasi

B. Model YOLOv8

Model YOLOv8 diaplikasikan untuk melatih menggunakan data latih yang telah disiapkan dan melakukan evaluasi dengan data validasi. Model ini akan memberikan output berupa bounding box yang melingkupi objek dalam gambar. Setiap bounding box disertai dengan label kelas yang mendeskripsikan tipe objek yang teridentifikasi, beserta skor kepercayaan yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap prediksinya.

C. Aplikasi Garbage Report

Aplikasi Garbage Report ini dikembangkan dengan tujuan utama untuk mendeteksi dan melaporkan keberadaan sampah di tempat umum agar dapat segera ditindaklanjuti. Aplikasi ini dirancang untuk membantu pengguna dalam mengidentifikasi sampah hanya dengan menggunakan gambar. Dalam aplikasi ini, pengguna dapat mengunggah gambar lokasi yang mereka curigai terdapat sampah, yang kemudian akan diprediksi oleh YOLOv8.

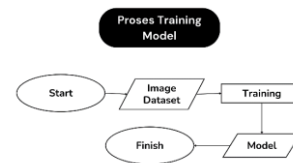
Proses prediksi dilakukan dengan menganalisis setiap gambar yang diunggah oleh pengguna ke aplikasi. Gambar tersebut kemudian dikonversi menjadi format yang dapat diproses oleh model YOLOv8. Model ini bertugas mengidentifikasi dan memprediksi adanya sampah berdasarkan karakteristik visual yang diekstrak dari gambar. Jika model memberikan skor kepercayaan (*confidence score*) yang tinggi, menunjukkan adanya indikasi kuat sampah..

D. Alur Kerja

Aplikasi Garbage Report dirancang dengan tiga tahapan utama: pelatihan model, prediksi dan analisis, serta proses penanganan sampah.

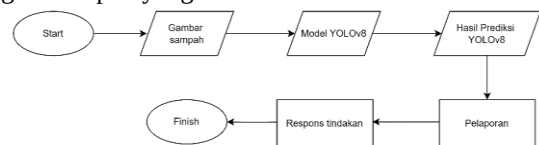
Pada tahap ini, model YOLOv8 dilatih menggunakan dataset yang terdiri dari gambar-gambar yang menunjukkan berbagai kondisi sampah di tempat umum. Parameter model disesuaikan dan dioptimalkan untuk mempelajari karakteristik visual sampah agar model dapat mengenali dan membedakan antara berbagai jenis sampah.

Setelah model dilatih, tahap berikutnya adalah prediksi dan analisis. Model YOLOv8 digunakan untuk menganalisis gambar lokasi yang diunggah oleh pengguna. Model ini akan mengidentifikasi keberadaan sampah dan memberikan bounding box yang menunjukkan lokasi spesifik sampah pada gambar. Jika skor kepercayaan model cukup tinggi, dianggap adanya sampah yang terdeteksi.



Gambar 3. Proses Training Model

Hasil dari analisis YOLOv8 kemudian akan dilaporkan ke petugas kebersihan. Laporan ini mencakup deskripsi jenis sampah yang terdeteksi dan rekomendasi tindakan yang dapat diambil untuk penanganan lebih lanjut. Hasil ini kemudian disampaikan kepada petugas kebersihan melalui aplikasi, memungkinkan tindakan yang cepat dan efektif dalam menangani sampah yang ditemukan.



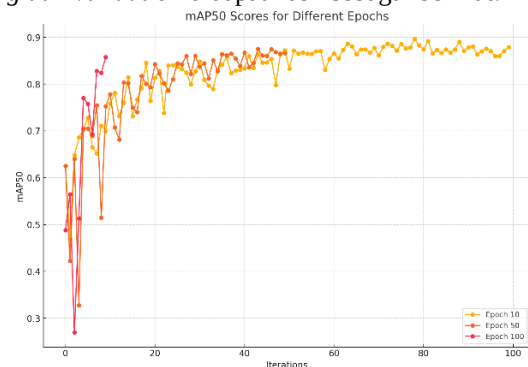
Gambar 4. Proses Prediction dan Sending Alert

IV. HASIL DAN ANALISIS EKSPERIMEN

A. Hasil

1) Model YOLOv8

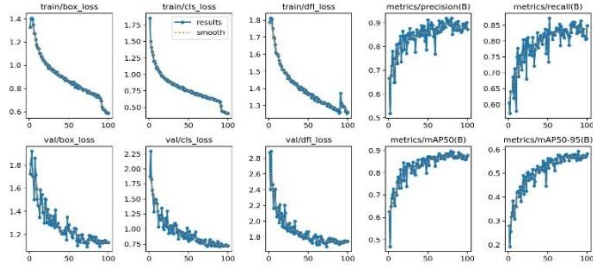
Model ini dilatih dan divalidasi menggunakan tiga jumlah epochs yang berbeda, yaitu 10, 50, dan 100. Setelah dilakukan *training dan validation* didapat hasil sebagai berikut.



Gambar 5. Skor mAP tiap epochs yang diuji coba

Dari hasil tersebut, dapat diamati bahwa jumlah epochs memiliki pengaruh signifikan terhadap skor mAP yang diperoleh. Semakin banyak jumlah epochs yang digunakan, skor mAP cenderung meningkat, yang menandakan peningkatan kinerja model dalam melakukan deteksi objek. Dalam kasus ini,

model dengan 100 epochs menghasilkan skor mAP terbaik, yaitu 0.924430, menunjukkan skor akurasi yang lebih baik dibanding model lain yang dilatih dengan jumlah epochs yang lebih rendah. Detail hasil model sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik hasil dari training model

Dari grafik tersebut, dapat dilihat model terbaik yang didapat yaitu dengan epochs 100 yang dilatih menggunakan data yang ada telah menunjukkan hasil yang baik. Grafik tersebut menunjukkan pula adanya peningkatan performa model seiring dengan meningkatnya jumlah epochs pada proses pelatihan. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak iterasi pelatihan yang dilakukan, model menjadi lebih baik dalam mempelajari pola dan fitur objek, sehingga mampu memberikan prediksi yang lebih akurat. Selain dari grafik tersebut terdapat pula hasil dari gambar yang telah dilakukan *training* dan *validation*.



Gambar 7. Gambar hasil prediksi dari training model

Selain grafik hasil training, gambar hasil prediksi dari model yang dilatih (Gambar 5) juga menunjukkan performa yang cukup baik. Model dapat mendeteksi dan menandai objek dengan bounding box yang tepat, serta memberikan label kelas yang sesuai. Hal ini mengindikasikan bahwa model memiliki pemahaman yang baik tentang karakteristik objek yang ada dalam gambar.

Meskipun model memiliki performa yang cukup baik, namun ketika model tersebut dites dengan menggunakan gambar yang berasal dari *dataset*, model masih memiliki beberapa kesalahan beberapa diantaranya :

1. Model salah prediksi pohon sebagai sampah: Terdapat Kesalahan model mendeteksi bagian pohon sebagai sampah. Kesalahan ini mungkin terjadi karena model salah menginterpretasikan bentuk dan tekstur daun serta cabang pohon yang berada di dalam kotak deteksi. Selain itu, latar belakang yang kompleks dengan banyak objek juga dapat mengganggu kemampuan model untuk memisahkan objek yang relevan dari yang tidak relevan.

2. Model salah prediksi batu sebagai sampah: Terdapat kesalahan pada model dimana mendeteksi tumpukan batu sebagai sampah. Kesalahan ini kemungkinan besar terjadi karena kesamaan tekstur dan warna antara batu dan objek sampah yang mungkin ada dalam data pelatihan model. Tumpukan batu yang tidak beraturan juga bisa terlihat seperti tumpukan sampah, sehingga model mengalami kesulitan dalam membedakannya.
3. Model gagal mendeteksi adanya sampah: Model gagal mendeteksi sampah yang tersebar di jalan, mungkin karena ukuran sampah yang terlalu kecil, kontras rendah antara sampah dan latar belakang jalan, atau keterbatasan data pelatihan yang mencakup kondisi serupa.



Gambar 8. Model mendeteksi pohon sebagai sampah



Gambar 9. Model mendeteksi batu sebagai sampah



Gambar 10. Model gagal mendeteksi adanya sampah

2) Aplikasi Crash Detection

Setelah menggunakan sampel gambar dari internet untuk percobaan. Aplikasi berhasil mendeteksi adanya sampah dalam gambar serta langsung mengekstrak lokasinya. Berikut adalah contoh tangkapan layar saat pendeteksian.



Gambar 11. Laman aplikasi

Melalui contoh ini, aplikasi telah berhasil menunjukkan kemampuannya dalam mengekstrak adanya sampah dalam sampel gambar yang diberikan. Selain itu aplikasi juga memberikan opsi untuk memberikan laporan secara langsung kepada pihak berwenang dengan menekan tombol "Laporkan". Keberhasilan aplikasi dalam mendeteksi adanya sampah dan memberikan opsi untuk mengirim laporan merupakan langkah penting dalam mereduksi volume sampah dan menjaga kebersihan lingkungan. Dengan adanya sistem ini, penanganan sampah dapat dilakukan dengan kecepatan dan efisiensi yang lebih tinggi, sehingga dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan seperti potensi terjadinya bencana alam.

Penerapan teknologi ini juga memberikan manfaat tambahan dalam pengumpulan data mengenai lokasi-lokasi sampah di Indonesia. Data tersebut dapat digunakan untuk menganalisis pola serta mengidentifikasi lokasi-lokasi dimana sampah sering menumpuk. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang masalah ini, pihak berwenang dapat mengambil upaya pencegahan yang efektif dan mengimplementasikan solusi yang cermat dalam rangka mengurangi penumpukan sampah yang terjadi.

B. Evaluasi

Dalam penelitian serupa oleh Wang dan Zhang (2018) [10] dengan model Faster R-CNN, akurasi deteksi sampah yang diperoleh adalah 0.89 dengan Intersection over Union (IoU) sebesar 0.7. Sebagai perbandingan, proyek ini menggunakan YOLOv8 dan mencapai skor Mean Average Precision (mAP) sebesar 0.92 pada IoU 0.5. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun model YOLOv8 menggunakan metrik evaluasi yang berbeda, performa deteksi objeknya lebih tinggi dibandingkan dengan model Faster R-CNN yang digunakan dalam penelitian sebelumnya.



Gambar 12. Perbandingan hasil deteksi Faster R-CNN (kiri) dan YOLOv8 (kanan)

Meskipun model YOLOv8 memiliki hasil yang baik saat dilatih dan divalidasi dengan data yang ada, masih terdapat beberapa kesalahan dalam mendeteksi objek pada gambar yang diambil dari dataset. Hal ini menunjukkan bahwa model perlu dioptimalkan untuk memberikan hasil yang memiliki akurasi dan konsistensi yang lebih baik lagi dalam mendeteksi adanya sampah. Evaluasi lebih lanjut, fine-tuning, dan analisis kesalahan yang lebih mendalam dapat membantu dalam meningkatkan performa model. Selain itu, pengumpulan data yang lebih representatif dan beragam juga dapat menjadi faktor penting dalam meningkatkan kemampuan model dalam mendeteksi objek dengan lebih baik.

Selain itu, perlu diperhatikan pula beberapa hal penting mengenai pengaplikasian aplikasi ini. Pertama, tata letak pemotretan yang dipilih harus dipertimbangkan dengan baik, dengan memilih angle yang strategis untuk memaksimalkan cakupan pemotretan dan mendapatkan gambar yang jelas. Petugas kebersihan juga harus memiliki pemahaman yang baik tentang fungsi aplikasi ini, sehingga mereka dapat secara efektif menganalisis prediksi tumpukan sampah dan mengambil tindakan yang sesuai. Komunikasi yang efektif antara pengguna

aplikasi dan pihak berwenang, seperti petugas kebersihan, juga merupakan hal yang penting untuk memastikan respons yang cepat.

V. KESIMPULAN

1. Model yang dihasilkan dapat mendeteksi adanya sampah yang berserakan dengan menggunakan algoritma YOLOv8. Setelah dilakukan proses training dan validation, didapat hasil model terbaik yang dilatih yaitu dengan epochs 100 dan skor mAP sebesar 0.92. Dalam komparasi dengan metode sebelumnya, seperti yang digunakan oleh Wang dan Zhang (2018) dengan model Faster R-CNN, yang mencapai akurasi deteksi sebesar 0.89 pada IoU 0.7, model YOLOv8 menunjukkan performa yang lebih baik. Skor mAP50 sebesar 0.92 menunjukkan bahwa YOLOv8 tidak hanya mendeteksi sampah dengan akurasi yang lebih tinggi tetapi juga lebih efisien dalam memberikan bounding box yang tepat untuk lokasi sampah.
2. Data sampah yang terdeteksi oleh model dapat diekstrak dari hasil prediksi. Setiap kali model mendeteksi sampah dalam gambar yang diunggah, hasil deteksi akan menghasilkan gambar-gambar yang menunjukkan lokasi dan sampah. Gambar-gambar ini kemudian dapat dikumpulkan dan dikomunikasikan ke petugas kebersihan melalui Aplikasi Garbage Report. Hal ini memungkinkan petugas kebersihan untuk segera mendapatkan informasi tentang lokasi dan sampah yang perlu ditangani, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam menjaga kebersihan lingkungan.

REFERENSI

- [1] IBM, "Computer Vision," IBM, 2019. <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>
- [2] D. Shah, "Mean Average Precision (mAP) Explained: Everything You Need to Know," *www.v7labs.com*. <https://www.v7labs.com/blog/mean-average-precision> (accessed May 28, 2024).
- [3] N. K. Nissa, "Cara Kerja Object Detection dengan YOLO (You Only Look Once)," *Pacmann*, Mar. 23, 2023. <https://pacmann.io/blog/cara-kerja-object-detection-dengan-yolo#bagaimana-yolo-bekerja> (accessed May 28, 2024).
- [4] Ultralytics, "YOLOv8," *docs.ultralytics.com*. <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/#overview> (May 28, 2024).
- [5] K. Wilianto, "Evaluation Metrics pada Computer Vision dari Klasifikasi hingga Deteksi Objek," *Data Folks Indonesia*, Oct. 22, 2021. <https://medium.com/data-folks-indonesia/evaluation-metrics-pada-computer-vision-dari-klasifikasi-hingga-deteksi-objek-5049d3fd90d2> (accessed May 28, 2024).
- [6] M. Krishnakumar, "A Gentle Introduction to YOLOv8," *W&B*, Apr. 13, 2023. <https://wandb.ai/mukilan/wildlife-yolov8/reports/A-Gentle-Introduction-to-YOLOv8--Vmlldzo0MDU5NDA2> (accessed May 28, 2024).
- [7] A. Rahyagara, "Tutorial Deteksi Objek Menggunakan YOLO (You Only Look Once)," *Medium*, Sep. 20, 2018. <https://medium.com/@andikirahyagara/tutorial-yolo-you-only-look-once-for-absolutely-noob-c4d5f3751e1f>
- [8] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional," *sipsn.menlhk.go.id*, 2022. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- [9] "garbage_detection Object Detection Dataset and Pre-Trained Model by Garbage detection," *Roboflow*. https://universe.roboflow.com/garbage-detection-czeg5/garbage_detection-wvzwv (accessed May 28, 2024).
- [10] Wang, Y., & Zhang, X. (2018). Autonomous garbage detection for intelligent urban management. *MATEC Web of Conferences*, 232, 01056. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823201056>
- [11] Glue, R. (2023, May 3). YOLOv8, EfficientDet, Faster R-CNN or YOLOv5 for remote sensing. *Medium*. <https://medium.com/@rustemgal/yolov8-efficientdet-faster-r-cnn-or-yolov5-for-remote-sensing-12487c40ef68>