

Sistem Deteksi Sampah Masker Medis dengan Metode Fine-Tuning YOLOv8

Rakha Abid Bangsawan¹, M. Alif Al Hakim², Tengku Laras Malahayati³, Laksmi Rahadiani⁴

¹Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, Depok, 16424, email: rakha.abid@ui.ac.id

²Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, Depok, 16424, email: malif.al@ui.ac.id

³Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, Depok, 16424, email: tengku.laras@ui.ac.id

⁴Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, Depok, 16424, email: laksmi@cs.ui.ac.id

Corresponding Author: Rakha Abid Bangsawan

INTISARI — Pandemi COVID-19 membuat masyarakat diwajibkan untuk menggunakan masker medis sebagai perlindungan diri. Model penggunaan masker medis yang bersifat sekali pakai tentu akan menghasilkan sampah yang meningkat. Peningkatan jumlah sampah masker medis ini dapat menyebabkan tingkat pencemaran lingkungan meningkat karena bahan dasarnya yang berupa plastik. Untuk itu, salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan daur ulang, seperti pengolahan sampah masker menjadi bahan bangunan. Akan tetapi, proses pengumpulan sampah masker medis yang masih dilakukan secara manual membuat proses penanganan masalah ini menjadi tidak efisien. Penelitian ini hendak mencoba mempermudah proses pengumpulan sampah masker medis pada lingkungan dengan cara membuat sistem deteksi objek sampah masker medis. Nantinya, sistem deteksi objek ini diharapkan dapat diimplementasikan pada robot pengumpul sampah otomatis sehingga pengumpulan sampah menjadi lebih efisien. Penelitian ini menggunakan *dataset* dari Roboflow Universe yang ditambah dengan gambar yang dikumpulkan sendiri serta penerapan *data augmentation* sehingga menghasilkan data pelatihan yang lebih besar dan bervariasi. Untuk mendeteksi objek sampah masker medis, digunakan metode *fine-tuning* pada model YOLOv8 yang merupakan salah satu model deteksi objek terbaru. *Fine-tuning* model YOLOv8 dilakukan dengan melakukan *training* pada *custom dataset* sehingga model memiliki kemampuan yang lebih baik terhadap suatu tugas spesifik untuk mendeteksi sampah masker medis.

KATA KUNCI — Deteksi, *Fine-tuning*, Masker medis, YOLOv8

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada awal tahun 2020, wabah virus Corona yang secara umum dikenal sebagai virus COVID-19 melanda dunia. Badan Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan virus COVID-19 ini sebagai pandemi pada 9 Maret 2020. Penyebaran virus ini sangat cepat dan luas. Data WHO pada 25 Juni 2023 menunjukkan bahwa virus COVID-19 tersebar di seluruh penjuru dunia, dengan total 139 negara dan jumlah penderita sebanyak 767.396.301 jiwa [1].

Sebagai virus varian baru yang belum ditemukan obatnya, berbagai upaya telah dilakukan untuk meminimalkan penyebarannya. Salah satu upaya yang dilakukan sesuai dengan rekomendasi WHO adalah penggunaan masker. Jenis masker yang direkomendasikan WHO adalah masker medis yang harus diganti setiap empat jam [2].

Di sisi lain, meluasnya wabah virus COVID-19 juga berdampak bagi lingkungan hidup karena penggunaan masker medis menghasilkan jenis sampah baru, tidak terkecuali di Jakarta. Data Dinas Lingkungan Hidup Jakarta pada tahun 2021 menunjukkan bahwa terdapat sebanyak 12,785 ton sampah masker medis yang terkumpul sepanjang pandemi COVID-19 [3]. Ironisnya, sampah masker medis merupakan jenis sampah yang tidak dapat terurai secara alami karena terbuat dari polipropilena [4] yang tergolong sebagai plastik. Sampah masker medis juga termasuk limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) sehingga memerlukan penanganan khusus sebelum dibuang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) [5].

Pengelolaan sampah masker medis yang efektif perlu dilakukan guna menghindari terjadinya polusi lingkungan yang berkelanjutan. Salah satu upaya pengelolaan sampah masker

medis adalah mengolahnya menjadi bahan bangunan, sebagaimana yang dilakukan oleh Parongpong RAW Lab di Bandung [6]–[8]. Sayangnya, upaya pengolahan tersebut masih dilakukan secara manual. Sampah masker medis yang berserakan di lingkungan harus dikumpulkan secara manual satu per satu sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk dapat mengumpulkan sampah masker medis sebagai bahan baku pembuatan bahan bangunan. Pengumpulan sampah masker secara manual juga masih dijumpai di beberapa negara, seperti di Australia dan Korea meskipun telah menggunakan *conveyor belt* di TPA [9]. Dari kasus pengumpulan sampah masker medis di Bandung, Australia, dan Korea, tenaga kerja manusia sangat berperan dalam upaya pengumpulan sampah masker.

Mencermati pengumpulan sampah masker medis secara manual tersebut, tim peneliti menilai bahwa upaya tersebut tidak efisien. Untuk mengatasi masalah tersebut, kami mengusulkan sebuah kerangka sistem yang dapat mendeteksi sampah masker medis dengan menggunakan metode deteksi objek dengan model YOLOv8. Sistem deteksi ini diharapkan dapat mendeteksi sampah masker medis secara *real-time* agar kedepannya dapat diimplementasikan pada robot pengumpul sampah [10]. Pengembangan sistem ini juga diharapkan dapat mendukung upaya pengolahan sampah masker medis sebagai barang yang memiliki nilai ekonomi. Dengan demikian, sampah masker medis yang dianggap sebagai sampah yang mencemari lingkungan dan tidak memiliki manfaat lain dapat diolah menjadi barang yang berguna.

B. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat dari penelitian yang kami lakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Sebagai *blueprint* untuk pengembangan teknologi pengumpulan dan pemilahan sampah di masa depan menuju pembangunan Indonesia maju dan berkelanjutan;
- 2) Membantu pemerintah dalam upaya pengolahan sampah medis yang efektif;
- 3) Meminimalisir penyebaran penyakit. Banyak sekali masker medis saat ini yang terbuang dengan tidak benar. Hal ini dapat menjadi sarana penularan infeksi, terutama jika masker medis tersebut terkontaminasi dengan patogen atau bahan berbahaya.

C. Batasan Penelitian

Batasan penelitian pada metode yang dipaparkan dalam makalah adalah sebagai berikut.

- 1) Penelitian hanya membuat model sistem deteksi menggunakan YOLOv8,
- 2) Seluruh *dataset* gambar dan video memiliki latar belakang daratan dan bukan latar belakang lainnya,
- 3) Sampah yang dideteksi hanya berupa sampah masker medis sekali pakai yang belum hancur, dan
- 4) Sampah yang terdapat dalam setiap *frame dataset* gambar dan video hanya berjumlah 0–10.

II. KAJIAN PUSTAKA

Penggunaan *machine learning* dan *deep learning* semakin marak dalam berbagai bidang dan industri. Penggunaannya juga telah memberikan kontribusi besar dalam berbagai aspek kehidupan, contohnya dalam sistem rekomendasi [11], mesin translasi [12], dan deteksi objek. Melihat penanganan sampah masker medis yang belum efektif, tim peneliti tertarik untuk membuat sebuah sistem deteksi sampah masker medis berbasis deteksi objek. Bagian ini akan menjelaskan kajian literatur yang digunakan selama penelitian.

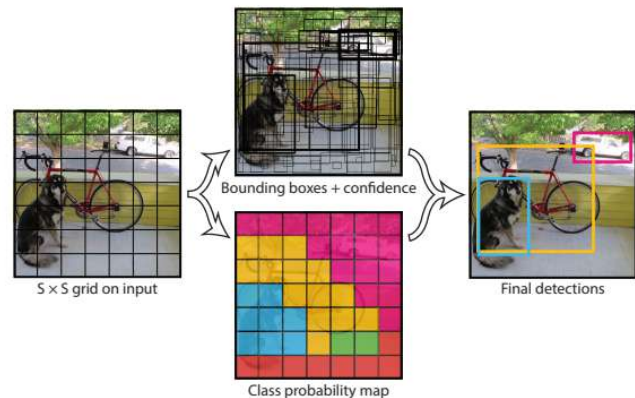
A. Deteksi Objek

Pemahaman gambar atau video secara menyeluruh oleh komputer tidak hanya diperoleh dari klasifikasi gambar atau video, tetapi juga dari hasil identifikasi letak dari setiap objek yang terdapat di dalamnya. Proses identifikasi dan lokalisasi objek dalam gambar atau video disebut sebagai deteksi objek (*object detection*) [13]. Deteksi objek dilakukan dengan berbagai macam metode yang bertujuan untuk mengenali karakteristik, seperti warna dan ukuran, untuk mengenali dan membedakan setiap objek yang ada pada gambar atau video. Deteksi objek dapat digunakan dalam pengklasifikasian jenis buah [14], *autonomous driving*, deteksi wajah (*face detection*), sistem surveilans pada CCTV (*Closed Circuit Television*) [15], dan lain-lain.

B. YOLO Object Detection

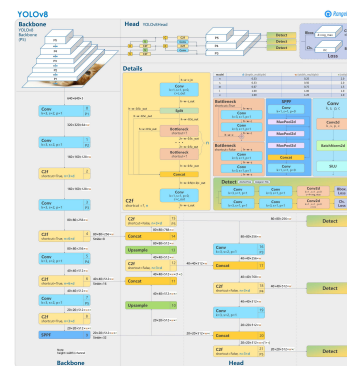
YOLO adalah sebuah algoritma yang membawa pendekatan baru dalam bidang deteksi objek. Berbeda dengan pendekatan sebelumnya yang menggunakan konsep *sliding window* atau *proposal-based techniques*, YOLO menggunakan seluruh gambar dan menganggap permasalahan sebagai masalah regresi

dalam mendeteksi suatu objek. YOLO membagi gambar menjadi $S \times S$ *grid* dan jika titik tengah dari suatu objek berada di suatu *grid*, *grid* tersebut bertanggung jawab dalam pendeteksian objek. Setiap *grid cell* akan melakukan prediksi *bounding box* yang mengelilingi objek tersebut dan *confidence score* dari setiap *bounding box* tersebut. Selain itu, setiap *grid cell* juga memprediksi kemungkinan *class* dari objek pada *grid* tersebut. Menurut J.Redmon et al. (2016) [16], tahapan berikutnya adalah penyaringan terhadap *bounding box* berdasarkan *confidence score* yang dimiliki dan pada akhirnya *bounding box* yang telah dipilih dan label kelas yang sesuai dipilih sebagai hasil akhir deteksi (lihat **Gambar 1**).



Gambar 1. Cara Kerja YOLO (Sumber: <https://arxiv.org/abs/1506.02640>)

YOLOv8 adalah versi terbaru dari model deteksi objek YOLO. Menurut D. Reis et al. [10], perbedaan antara YOLOv8 dan versi sebelumnya adalah penggunaan arsitektur FPN (*Feature Pyramid Network*) dan PAN (*Path Aggregation Network*) yang memberikan model kemampuan menangkap fitur dengan lebih baik pada berbagai skala dan resolusi (lihat **Gambar 2**).



Gambar 2. Arsitektur YOLOv8 (Sumber: <https://github.com/ultralytics/ultralytics/issues/189>)

III. METODOLOGI

A. Deskripsi Solusi

Solusi yang diusulkan untuk mengatasi banyaknya sampah masker medis di lingkungan adalah dengan membuat sistem deteksi objek. Sistem deteksi objek ini bertujuan untuk

mendeteksi sampah-sampah masker medis yang berserakan di lingkungan dan diimplementasikan pada robot pengumpul sampah. Pada penelitian ini, digunakan model *pre-trained* YOLOv8 yang merupakan salah satu model pendeteksi objek terbaru yang dirilis pada tahun 2023. Model tersebut akan dilakukan *fine-tuning* agar model dapat memiliki kemampuan untuk mengenali sampah masker medis secara spesifik. Proses *fine-tuning* melibatkan *dataset* yang berisi berbagai gambar dan video sampah masker medis dengan berbagai tipe, warna, serta di lingkungan atau latar yang berbeda-beda. Dengan mengimplementasikan sistem deteksi objek ini pada robot pengumpul sampah, proses pengumpulan sampah masker medis akan menjadi lebih efektif dan efisien. Solusi ini dapat membantu mengurangi polusi yang disebabkan oleh sampah masker medis dengan lebih baik.

B. Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah *dataset* Classification Model for Waste Materials in Residential Areas dari Roboflow Universe, yaitu sebuah *open source dataset* yang terdiri atas gambar dari berbagai macam jenis sampah termasuk sampah masker medis. Dokumentasi pribadi (lihat **Gambar 3.**) berupa gambar dan video masker medis juga akan ditambahkan guna meningkatkan kualitas deteksi model. Gambar masker medis di latar belakang foto yang berbeda akan digunakan sebagai *training dataset*, sedangkan video sampah masker medis sebagai *validation* dan *testing dataset*. Kemudian, *dataset* dari Roboflow Universe akan diseleksi agar gambar yang digunakan hanya berupa gambar masker medis. Sementara itu, *dataset* yang berasal dari dokumentasi pribadi akan dilakukan *labeling* terlebih dahulu dengan melakukan anotasi pada masker medis di setiap gambar.



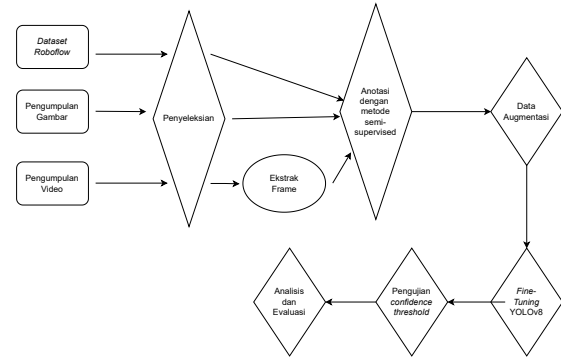
Gambar 3. Sampel Gambar pada Dataset

Jenis Data	Jumlah Data
Training	1200 gambar
Validation	7 video
Testing	5 video

TABEL I
JUMLAH DATA PADA Training, Validation, DAN Testing Set

C. Metode Penelitian

Berikut adalah gambaran alur penelitian yang dilakukan (lihat **Gambar 4.**).



Gambar 4. Alur Penelitian

1) *Pengumpulan Dataset*: Pertama, dilakukan penyeleksian terhadap gambar dan video yang telah dikumpulkan sebelumnya. Selanjutnya, tim peneliti mengekstrak objek video menjadi frame gambar dengan aturan setiap detik menghasilkan 24 frame. Kemudian, setiap gambar dilakukan anotasi dengan teknik *semi-supervised*.

2) *Data Augmentation*: Augmentasi data dilakukan untuk menambah jumlah *data training* pada *dataset* serta meningkatkan keberagamannya. Pada penelitian kali ini digunakan beberapa jenis augmentasi, seperti *Crop*, *Brightness*, *Blur*, *Noise*, *Cutout*, dan *Mosaic*. Augmentasi tersebut dilakukan agar dapat menghasilkan model yang tidak terpengaruh oleh perubahan posisi, kecerahan, oklusi, dan kondisi lainnya.

3) *Image Processing*: *Image processing* yang dilakukan berupa pengubahan ukuran setiap gambar atau frame menjadi 640×640 pixel. Hal ini dilakukan untuk mengurangi *training time* dari model.

4) *Fine Tuning YOLOv8*: *Dataset* yang sudah melalui tahap augmentasi dan *pre-processing* dilatih dengan *pre-trained* model YOLOv8. Pelatihan dilakukan dengan 250 *epochs* dengan setiap *batch*-nya berisi 16 frame gambar. Selain itu, akan dilakukan pengujian terhadap *confidence threshold* saat melakukan pendeteksian.

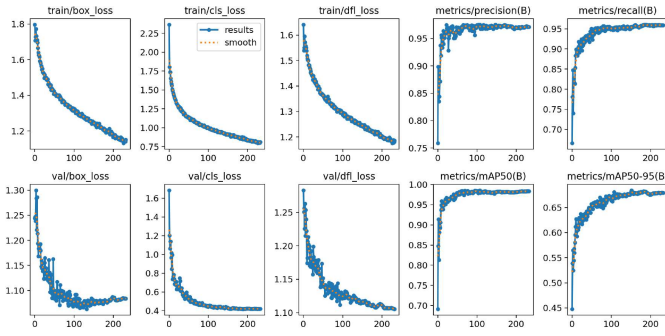
D. Metrik Evaluasi

Pada penelitian ini, digunakan metrik penilaian mAP (*Mean Average Precision*). mAP adalah suatu metrik yang digunakan untuk mengukur performa dari sistem objek deteksi dalam bidang pengolahan citra [17]. mAP merupakan rata-rata dari AP (*Average Precision*) yang merepresentasikan area di bawah kurva *precision* dan *recall* [17]. Pada penelitian ini, digunakan *IoU threshold* sebesar 0,5 dan 0,5-0,95 untuk menghitung *precision* dan *recall*.

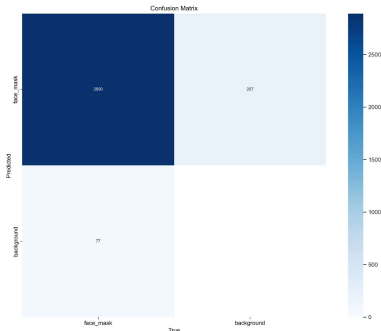
IV. HASIL EKSPERIMEN DAN PENGUJIAN

Pada penelitian ini, kami melakukan *training* model sebanyak 250 *epochs*, tetapi terhenti pada *epoch* ke-232 karena model tidak mengalami peningkatan performa pada *loss* dan skor mAP-nya. Hasil *training* model (lihat **Gambar 5.**) memperoleh performa terbaik pada *epoch* ke-151 dengan skor

mAP@0,5 sebesar 0,98319 dan skor mAP@0,5-0,95 sebesar 0,685 ketika dievaluasi pada *validation dataset*.



Gambar 5. Hasil *training* dari YOLOv8



Gambar 6. Confusion matrix pada *validation dataset*

Pada *confusion matrix* berikut (lihat **Gambar 6.**) terlihat juga bahwa model tidak mampu mendeteksi masker medis pada frame gambar (*false negative*) sebanyak 77 masker medis atau sekitar 2,5% dari jumlah masker medis yang seharusnya terdeteksi di *validation dataset*. Selain itu, terdapat 207 pendeteksian yang salah karena benda bukan masker medis terdeteksi sebagai masker medis (*false positive*). Beberapa contoh prediksi yang dilakukan model dapat dilihat di **Gambar 7.**

Pada *test dataset* (lihat **Gambar 8.**), model memiliki skor mAP@0,5 sebesar 0,979 dan skor mAP@0,5-0,95 sebesar 0,706. Selain itu, terdapat *false negative* sebanyak 27 masker medis atau 1% dari jumlah masker medis yang seharusnya terdeteksi. Pada *test dataset*, juga terdapat 357 pendeteksian yang tergolong *false positive*.

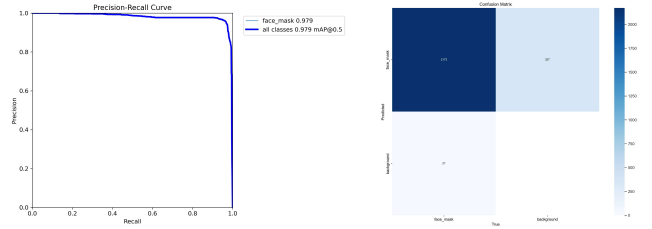
Tim peneliti juga melakukan pengujian terhadap model, yaitu dengan memberikan *confidence threshold*. Berikut adalah hasil lengkap dari pengujian tersebut (lihat **Tabel II.**)

Metode	mAP@0,5	mAP@0,5-0,95	Jumlah false positive	Jumlah false negative
YOLOv8 tanpa <i>thresholding</i>	0.979	0.706	357	27
YOLOv8 dengan <i>threshold</i> 0.5	0.971	0.733	102	69
YOLOv8 dengan <i>threshold</i> 0.4	0.974	0.734	198	49
YOLOv8 dengan <i>threshold</i> 0.3	0.976	0.734	305	36

TABEL II
PENGARUH *confidence threshold* TERHADAP PERFORMA MODEL



Gambar 7. Contoh Prediksi Model YOLOv8



Gambar 8. Performa model pada *test dataset*

V. ANALISIS HASIL EKSPERIMEN DAN PENGUJIAN

Sistem deteksi objek sampah masker medis terbukti memiliki performa yang baik dengan skor mAP yang tinggi. Model juga mampu mendeteksi sampah masker medis dengan baik pada objek video dengan waktu inferensi rata-rata 3,1 ms sehingga model dapat digunakan secara *real-time*. Akan tetapi, model beberapa kali mengalami kesalahan dalam mendeteksi objek masker medis.

Berikut adalah contoh kesalahan pendeteksian yang dilakukan oleh model (lihat **Gambar 9.**).



Gambar 9. Kesalahan pendeteksian oleh model

Kesalahan ini disebabkan oleh adanya kemiripan antara benda-benda tersebut dengan masker medis, baik dari segi pola maupun warna. Untuk meningkatkan kemampuan model dalam membedakan objek masker medis dengan objek lain yang serupa, dapat dilakukan penambahan gambar pada *dataset*, terutama menambahkan gambar yang memiliki berbagai objek lain yang memiliki kemiripan visual dengan masker medis. Selain itu, masalah ini juga dapat diselesaikan dengan mengatur *confidence threshold* pada model sehingga model tidak mendeteksi objek-objek yang memiliki nilai keyakinan yang rendah. Hal ini terbukti dapat mengurangi kesalahan pendeteksian objek bukan masker medis (*false positive*) pada model seperti yang terlihat pada tabel II, serta model juga mempunyai performa yang lebih baik jika diuji di berbagai *IoU threshold*. Akan tetapi, hal ini akan mengakibatkan penurunan nilai mAP@0,5 dan peningkatan *false negative* sebab model menjadi lebih ketat dan selektif dalam melakukan prediksi (lihat **Gambar 10**).



Gambar 10. Pendeteksian dengan *thresholding*

Untuk itu, pemberian *threshold* dapat dilakukan jika sistem deteksi objek ini diimplementasikan pada lingkungan atau medan dengan banyak objek lain khususnya yang memiliki ukuran, bentuk, atau warna yang menyerupai masker medis.

VI. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, sistem deteksi objek sampah masker medis dengan model YOLOv8 memiliki potensi yang baik untuk diimplementasikan pada robot pengumpul sampah. Model tersebut memiliki akurasi yang tinggi dan waktu inferensi yang tergolong cepat sehingga cocok digunakan secara *real-time*. Selain itu, model juga dapat dikembangkan lagi dengan melakukan penambahan *dataset* atau penyesuaian *confidence threshold*. Dengan kemampuannya dalam mendeteksi sampah masker medis di lingkungan secara otomatis, sistem ini dapat membantu menyelesaikan permasalahan polusi sampah masker medis di lingkungan dan mencegah dampak negatif yang disebabkan.

REFERENSI

- [1] W. H. Organization *et al.*, "Covid-19 weekly epidemiological update, edition 149, 29 june 2023," 2023.

- [2] —, "Infection prevention and control in the context of coronavirus disease (covid-19): a living guideline, 13 january 2023," in *Infection prevention and control in the context of coronavirus disease (COVID-19): a living guideline, 13 January 2023*, 2023.
- [3] R. Mahaswa and P. P. L. Dharmayasa, "Kesadaran ekologis pasca pandemi: Sebuah tinjauan filosofis: A philosophical review," *Jurnal Masyarakat dan Budaya*, vol. 23, no. 1, 2021.
- [4] Y. Guo, Y. Liu, T. Xiang, J. Li, M. Lv, Y. Yan, J. Zhao, J. Sun, X. Yang, C. Liao *et al.*, "Disposable polypropylene face masks: A potential source of micro/nanoparticles and organic contaminants in humans," *Environmental Science & Technology*, vol. 57, no. 14, pp. 5739–5750, 2023.
- [5] A. Kriswibowo, B. Sintawati, C. Pesica Kristianto, and T. Hidayati, "Penanggulangan sampah masker medis sekali pakai dengan pendekatan "village health volunteers" di kota surabaya pada masa pandemi covid-19," *Journal of Education, Humaniora and Social Sciences (JEHSS)*, vol. 4, no. 2, pp. 982–989, 2021.
- [6] "Mendaur ulang masker sekali pakai jadi bahan bangunan," *CNN Indonesia*. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20211130111930-277-727801/mendaur-ulang-masker-sekali-pakai-jadi-bahan-bangunan>
- [7] Komarudin, "Inovasi limbah masker jadi bahan tembok dari parongpong," *Liputan6*. [Online]. Available: <https://www.liputan6.com/lifestyle/read/4596631/inovasi-limbah-masker-jadi-bahan-tembok-dari-parongpong>
- [8] Y. Christiani, "Managing medical waste during covid-19 pandemic," *Greenation Foundation*. [Online]. Available: <https://greeneration.org/en/publication/green-info/managing-medical-waste-during-covid-19-pandemic/>
- [9] "The report on the waste conveyor belts market presents a comprehensive analysis of its scope and size, along with the company profiles and market share analysis from 2023 to 2030, projected to grow at a cagr value of 13.5%," *MarketWatch*. [Online]. Available: <https://www.marketwatch.com/press-release/the-report-on-the-waste-conveyor-belts-market-presents-a-comprehensive-analysis-of-its-scope-and-size-along-with-the-company-profiles-and-market-share-analysis-from-2023-to-2030-projected-to-grow-at-a-cagr-value-of-13-5-2023-06-06>
- [10] M. A. Khan, D. M. Z. Khan, H. Khan, M. Hanzla, M. Jamal, T. Khalid, and N. Ullah, "Garbage collector robot," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 13, no. 20, pp. 2065–2070, 2020.
- [11] F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, *Recommender Systems Handbook*, 10 2010, vol. 1-35, pp. 1–35.
- [12] W. J. Hutchins, "Machine translation: A brief history," in *Concise History of the Language Sciences*, E. KOERNER and R. ASHER, Eds. Amsterdam: Pergamon, 1995, pp. 431–445. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080425801500660>
- [13] P. F. Felzenszwalb, R. B. Girshick, D. McAllester, and D. Ramanan, "Object detection with discriminatively trained part-based models," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 32, no. 9, pp. 1627–1645, 2010.
- [14] Y. Kakde, Ssrn-Elsevier, A. Paul, and N. Bothe, "Real life implementation of object detection and classification using deep learning and robotic arm," 04 2019.
- [15] Z. Li and Z. Rao, "Object detection and its implementation on android devices," *May 2017*, 2014.
- [16] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," 2016.
- [17] R. J. Tan, "Breaking down mean average precision (map)," *Towards Data Science*. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/breaking-down-mean-average-precision-map-ae462f623a52>