

Penerapan Algoritma *Deep Learning* YOLOv8 pada Platform Roboflow untuk Segmentasi Citra Panoramik

Luqyana Mahdiyah¹, Sri Oktamuliani^{1*}, Wulandani Liza Putri^{2,3}

¹Laboratorium Fisika Medis, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

²Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Andalas
Jalan Perintis Kemerdekaan No.77. Jati, Padang, 25192, Indonesia

³Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Andalas
Jalan Perintis Kemerdekaan No.77. Jati, Padang, 25192, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 2 Maret 2025
Direvisi: 15 April 2025
Diterima: 9 Mei 2025

Kata kunci:

Artificial Intelligence
Platform Roboflow
Presisi
Recall
Segmentasi Citra

Keywords:

artificial intelligence
Roboflow platform
Precision
Recall
Image segmentation

Penulis Korespondensi:

Sri Oktamuliani
Email:
srioktamuliani@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Segmentasi citra panoramik gigi memainkan peran penting dalam diagnosis kedokteran gigi, karena membantu dalam identifikasi kondisi gigi dan struktur mulut lainnya dengan lebih cepat dan akurat. Namun, proses segmentasi manual seringkali memerlukan waktu lama dan keahlian khusus. Oleh karena itu, teknologi berbasis *Artificial Intelligence* (AI) menjadi solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan algoritma *deep learning* untuk segmentasi otomatis citra panoramik gigi. Model yang digunakan dilatih menggunakan 302 citra panoramik gigi dengan 32 kelas, mencakup 9009 gigi yang dilatih. Proses segmentasi dilakukan pada platform Roboflow, yang menyediakan metrik evaluasi untuk menilai kinerja model. Hasil evaluasi menunjukkan nilai mean Average Precision (mAP) sebesar 95%, recall 93,1%, dan presisi 93,7%, yang menandakan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan mensegmentasi gigi. Beberapa citra radiografi panoramik dengan kondisi tertentu, seperti gigi yang hanya tersisa akar atau posisi gigi yang tidak standar. Secara keseluruhan, model ini menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam analisis citra panoramik gigi.

Dental panoramic image segmentation plays a crucial role in dental diagnosis, as it aids in the identification of dental conditions and other oral structures more quickly and accurately. However, manual segmentation processes are often time-consuming and require specialized expertise. Therefore, Artificial Intelligence (AI)-based technology presents a potential solution to enhance efficiency. This study aims to develop a deep learning algorithm for automatic segmentation of dental panoramic images. The model used was trained with 302 dental panoramic images across 32 classes, encompassing 9009 teeth. The segmentation process was carried out on the Roboflow platform, which provides evaluation metrics to assess the model's performance. Evaluation results revealed a mean Average Precision (mAP) of 95%, recall of 93.1%, and precision of 93.7%, indicating a high level of accuracy in detecting and segmenting teeth. However, challenges arise in certain image conditions, such as teeth that are reduced to roots or teeth positioned abnormally. Overall, the model demonstrates significant potential to improve the efficiency and accuracy of dental panoramic image analysis. This research contributes significantly to the development of faster and more accurate AI-based dental diagnostic systems.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Radiografi panoramik merupakan salah satu pemeriksaan radiografi yang paling banyak digunakan karena dapat memberikan gambaran gigi dan kerangka rahang atas dalam bentuk dua dimensi (2D). Radiograf panoramik didapatkan dengan melakukan paparan sinar X terhadap pasien, dimana sumber sinar X dan film (*image receptor digital*) bergerak dengan arah yang berlawanan dalam kecepatan yang sama mengelilingi kepala pasien (Mudjosemedi et al., 2015). Radiografi panoramik memiliki keunggulan dalam memvisualisasikan area yang luas, namun masih terdapat beberapa permasalahan dalam citra radiografi panoramik seperti struktur yang tumpang tindih, distorsi dan pencahayaan yang tidak merata. Hal tersebut dapat mengakibatkan tenaga medis kesulitan dalam mengidentifikasi bagian-bagian tertentu seperti organ, jaringan, dan struktur anatomi tubuh lainnya.

Machine learning adalah cabang ilmu yang mempelajari algoritma dan model statistik yang memungkinkan sistem komputer melaksanakan tugas tertentu tanpa membutuhkan instruksi eksplisit. Teknologi ini bergantung pada pola dan kesimpulan yang diperoleh dari data. Untuk mendapatkan pola dan kesimpulan tersebut, algoritma *machine learning* membangun model matematika berdasarkan data sampel yang dikenal sebagai data pelatihan (Hasydna dan Dinata, 2020). Salah satu bagian penting dari *machine learning* adalah *deep learning*, yang mengandalkan jaringan saraf tiruan untuk memproses dan menganalisis data.

Deep learning menginstruksikan komputer untuk menganalisis data menggunakan metode yang meniru pengorganisasian otak manusia. Model pembelajaran mendalam ini memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi pola kompleks dalam berbagai bentuk data, seperti foto, teks, suara, dan lainnya, untuk menghasilkan wawasan dan prediksi yang tepat (Nurhakiki et al., 2024). Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis deep learning telah menunjukkan potensi besar, terutama dalam optimalisasi analisis citra medis, termasuk segmentasi citra. Segmentasi citra merupakan langkah penting dalam pengolahan citra dan sering digunakan sebagai bagian internal dari gambar perlu dianalisis. Proses segmentasi melibatkan pemisahan sebuah citra digital menjadi kelompok atau segmen dengan karakteristik serupa, sehingga area objek dapat dipisahkan dari latar belakangnya. Hal ini memudahkan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi objek tertentu, terutama yang melibatkan persepsi visual dalam jumlah besar (Wulan Dari dan Triloka, 2022).

Dalam segmentasi citra medis, penerapan *deep learning* untuk segmentasi otomatis mampu mempercepat waktu analisis dan meningkatkan akurasi diagnosis. Salah satu contoh penerapannya adalah penelitian yang dilakukan oleh Karaoglu (2023), yang berhasil menerapkan metode *deep learning* untuk penomoran gigi pada hasil citra panoramik. Hasil eksperimen tersebut menunjukkan efektivitas metode yang diusulkan dalam mendeteksi, mensegmentasi, dan memberi nomor pada radiografi panoramik, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan akurasi dan efisiensi dalam analisis citra gigi.

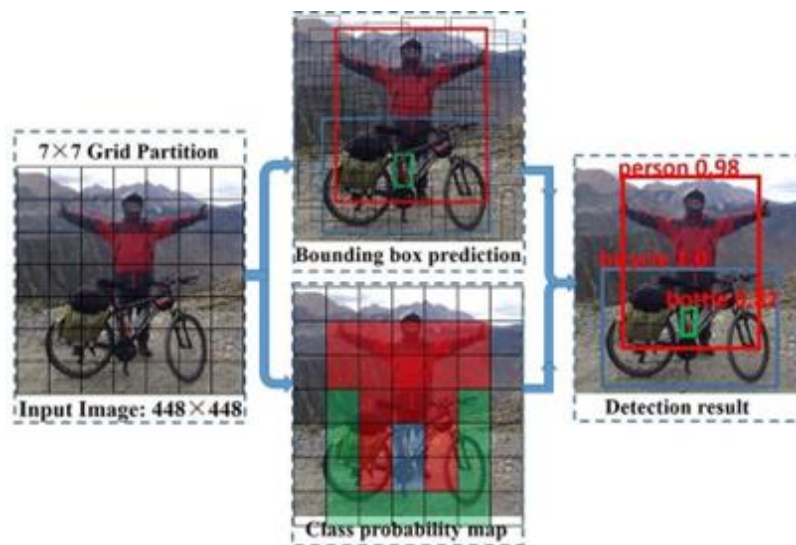
Dalam mendukung pengembangan model segmentasi seperti ini, platform Roboflow dapat menjadi solusi yang andal. Roboflow dirancang untuk pengelolaan dataset, pelabelan, dan pengembangan serta pelatihan model deep learning. Platform Roboflow memberikan keunggulan dalam menyederhanakan dan mempercepat alur kerja pengembangan model segmentasi, sehingga memungkinkan pengguna untuk fokus pada desain dan pengoptimalan algoritma. Hal ini sangat relevan untuk proyek yang membutuhkan segmentasi otomatis dengan tingkat akurasi tinggi, seperti deteksi objek dalam citra medis. Dengan memanfaatkan Roboflow, proses pengembangan deep learning untuk segmentasi dapat dilakukan dengan lebih efisien, mendukung peningkatan kualitas hasil analisis citra medis secara keseluruhan.

Pengembangan model *deep learning* seperti *You Only Look Once* (YOLO) dapat dilakukan untuk segmentasi otomatis. YOLO merupakan algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi objek secara cepat dan akurat, serta mampu mengenali berbagai macam objek (Redmon et al., 2016). YOLO yang pertama kali dirancang oleh J. Redmon pada tahun 2015, telah menarik perhatian luas dari berbagai disiplin ilmu dan terus dikembangkan hingga terbarunya, YOLOv8. J. Redmon terus YOLO hingga versi ketiganya, setelah itu pengembangan dilanjutkan oleh A. Bochkovskiy, CY. Wang dan HYM hingga merilis YOLOv4, Scaled-YOLOv4, dan YOLOv7. Kemudian, perusahaan teknologi Ultralytics yang dipimpin oleh G. Jocher mengembangkan YOLOv5 dan YOLOv8 di GitHub (Yin, 2023). Casas et al., (2024) telah membandingkan kinerja dari YOLOv5 dan YOLOv8 untuk segmentasi korosi pada

permukaan logam. Hasilnya menunjukkan YOLOv8 lebih unggul dalam segmentasi. Hal ini diperkuat dengan evaluasi visual grafis, dimana YOLOv8 mampu mensegmentasi permukaan berkarat yang kompleks.

Rasic, (2023) melakukan deteksi dan segmentasi resi radiolusen rahang bawah pada radiografi panoramik menggunakan YOLOv8. Penelitian ini dilakukan menggunakan 226 citra radiografi panoramik, hasilnya menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam mendeteksi dan mensegmentasi lesi radiolusen di mandibula secara otomatis. Model ini mencapai presisi deteksi sebesar 0,918 tanpa augmentasi dan 0,952 dengan augmentasi, mengungguli model sebelumnya dengan kumpulan data yang lebih kecil. (Abid et al., 2024) telah melakukan deteksi penyakit pada daun tanaman menggunakan YOLOv8. Penelitian ini menggunakan 150 gambar yang terdiri dari 19 kelas dengan total 2.850 daun yang disegmentasi. Hasil yang didapatkan presisi 98% dan F1-Score 97%. Hal ini menandakan YOLOv8 mampu memberikan hasil yang baik dalam mengidentifikasi penyakit daun.

YOLOv8 bekerja dengan membagi gambar menjadi wilayah-wilayah kecil yang dapat diklasifikasikan sebagai objek yang dimaksud atau bukan. Keunggulan utama dari YOLOv8 adalah kecepatannya, di mana algoritma ini mampu melakukan deteksi dengan sangat cepat, yaitu sekitar 45 frame per detik pada versi awalnya, dan bahkan telah diperbarui untuk mencapai kecepatan hingga 155 frame per detik, gambar input dibagi menjadi kotak-kotak berukuran $S \times S$. Jika suatu objek terdapat di dalam kotak prediksi, maka kotak prediksi tersebut akan bertanggung jawab untuk mendeteksi objek tersebut. *Bounding box* adalah kotak yang digunakan untuk membatasi objek yang terdeteksi dalam citra, Setiap *bounding box* ditentukan oleh beberapa parameter yaitu koordinat (x, y), lebar (w) dan tinggi (h) dan *confidence score*. *Confidence score* mencerminkan seberapa yakin model bahwa ada objek dalam bounding box yang diprediksi. Algoritma kerja YOLOv8 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Algoritma YOLOv8

(Sumber: <https://medium.com/@nurulnyiqonia/h/apa-itu-yolo-b2a5c1eb53d4>, 2024)

Meskipun YOLOv8 memiliki kemampuan yang baik dalam segmentasi citra, namun masih terdapat beberapa tantangan dalam pengembangan segmentasi otomatis untuk citra panoramik gigi, seperti anomali struktur gigi, citra dengan resolusi rendah, serta distorsi geometris yang dapat mempengaruhi akurasi segmentasi. Oleh sebab itu, melalui penelitian ini dilakukan pengembangan algoritma *deep learning* YOLOv8 pada platform Roboflow untuk segmentasi otomatis pada citra panoramik gigi. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam mempercepat diagnosis kedokteran gigi dengan tingkat akurasi yang tinggi dan penerapan teknologi untuk mendukung pengembangan sistem kedokteran gigi berbasis *Artificial Intelligence* (AI).

II. METODE

2.1 Pengumpulan Dataset

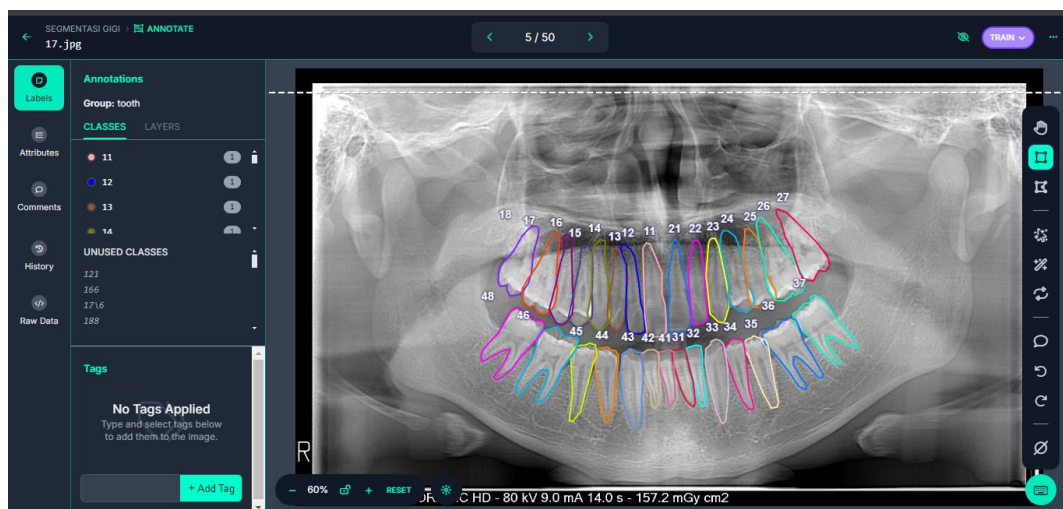
Data penelitian diperoleh dari RSGM Universitas Andalas (UNAND) dengan total 302 citra panoramik gigi. Citra – citra ini merupakan radiograf gigi dewasa yang mencakup berbagai kondisi klinis, seperti gigi berlubang dan gigi yang hilang. Contoh hasil citra radiograf panoramik yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Citra radiografi panoramik
(Sumber: RSGM UNAND)

2.2 Proses Region of Interest (ROI) dan Penomoran Gigi

Region of Interest (ROI) adalah bagian dari citra yang menjadi fokus analisis. Pada platform Roboflow, proses penentuan ROI dimulai dengan mengunggah citra ke dalam sistem. Setelah citra diunggah, masing – masing gigi diberi tanda atau *mask* untuk menandai area yang akan dianalisis. Gigi yang telah ditandai kemudian diberi label atau nomor, dimana proses penomoran mengikuti sistem penomoran yang digunakan secara global, seperti *FDI World Dental Federation Notation*. Proses ROI dan penomoran gigi dapat dilihat pada Gambar 3.



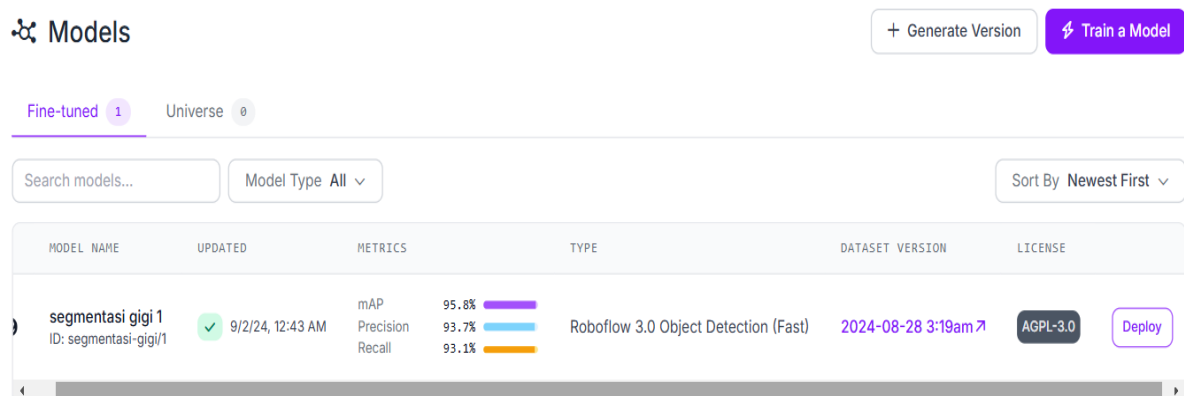
Gambar 3 Proses ROI dan penomoran gigi pada platform Roboflow

Pada sistem penomoran gigi FDI, angka pertama dari dua digit menunjukkan kuadran gigi, sementara angka kedua menunjukkan nomor spesifik dari setiap gigi di kuadran tersebut. Sebagai contoh, angka 1 mewakili sisi kanan rahang atas, angka 2 mewakili sisi kiri rahang atas, angka 3 mewakili sisi kiri rahang bawah, dan angka 4 mewakili sisi kanan rahang bawah. Dengan menggunakan sistem ini, identifikasi dan analisis gigi menjadi lebih terstruktur dari dua digit angka tersebut

menunjukkan nomor gigi setiap sisinya. Angka 4 menunjukkan sisi kanan rahang bawah dan angka 3 menunjukkan sisi kiri rahang bawah. Dengan menggunakan sistem ini, identifikasi dan analisis gigi menjadi lebih terstruktur dan mudah dilakukan.

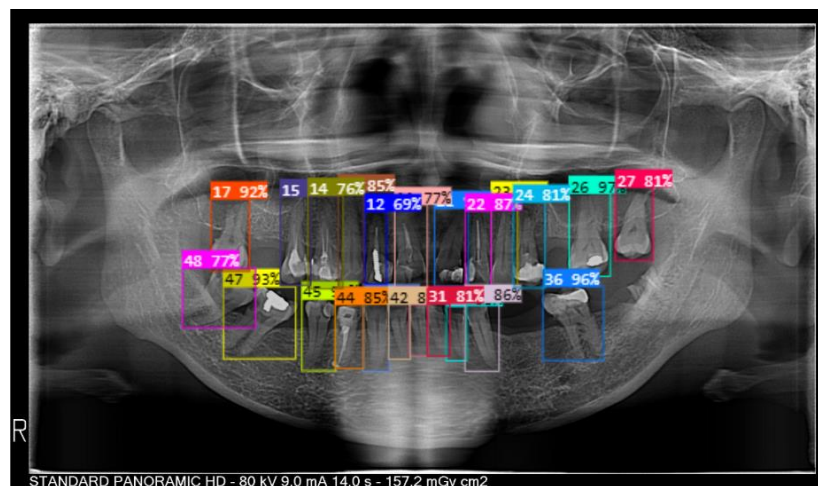
III. HASIL DAN DISKUSI

Platform Roboflow menyediakan metrik evaluasi yang dapat digunakan untuk menganalisis kinerja model *deep learning* dalam segmentasi citra. Pada penelitian ini, Region of Interest (ROI) ditentukan sebagai bagian dari gambar yang dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Proses pemilihan ROI dilakukan menggunakan 302 citra panoramik gigi yang mencakup 32 kelas. Total gigi yang dilatih berjumlah 9009 gigi. Penilaian hasil segmentasi berdasarkan metrik evaluasi pada platform Roboflow ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Metrik penilaian hasil segmentasi pada platform Roboflow

Hasil **evaluasi menunjukkan bahwa kinerja model *deep learning* dalam** segmentasi gigi **sangat** baik. Berdasarkan metrik yang dihasilkan, *mean Average Precision* (mAP) sebesar 95,8% menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan melakukan segmentasi gigi. Selain itu, nilai presisi sebesar 93,7% mengindikasikan bahwa sebagian besar area yang terdeteksi oleh model adalah benar (minim kesalahan positif). Nilai *recall* sebesar 93,1% mencerminkan kemampuan model mendeteksi sebagian besar objek gigi yang ada, meskipun masih terdapat beberapa gigi yang tidak terdeteksi (*False Negative*). Visualisasi hasil segmentasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Segmentasi pada platform Roboflow

Pada Gambar 5, hasil segmentasi gigi divisualisasikan dalam bentuk *bounding box*, label, dan *confidence score*. Sebagian besar gigi yang terdeteksi memiliki nilai *confidence score* di atas 90%, yang menunjukkan tingkat keyakinan tinggi dari model terhadap identifikasi gigi tersebut. Sebagai contoh, pada gigi nomor 48, nilai *confidence score* yang tercatat sebesar 77% lebih rendah dibandingkan dengan gigi lainnya. Hal ini disebabkan oleh posisi gigi yang lebih miring, sehingga mengurangi kejelasan bentuknya bagi model.

Selain itu, gigi nomor 38 tidak terdeteksi oleh model karena pada citra hanya terlihat bagian akar gigi. Perbedaan bentuk ini membuat gigi tersebut tidak dikenali oleh model, karena bentuk akar tidak sesuai dengan pola data yang dilatih. Kendati demikian, secara keseluruhan, hasil segmentasi ini memberikan gambaran yang jelas tentang kemampuan model dalam mendeteksi, melabeli, dan memberikan tingkat keyakinan terhadap objek gigi.

Hasil ini mengindikasikan bahwa platform Roboflow mampu mendukung proses segmentasi otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi, sekaligus menyediakan visualisasi yang bermanfaat untuk validasi dan pengembangan model lebih lanjut. Dalam aplikasi praktis, kemampuan ini dapat digunakan untuk membantu menganalisis citra medis secara lebih efisien, khususnya dalam konteks radiografi panoramik gigi. Optimalisasi model dan data pelatihan yang lebih beragam di masa depan dapat meningkatkan kemampuan model dalam mengenali variasi bentuk gigi, seperti akar gigi atau gigi dengan kondisi klinis yang kompleks.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode penentuan *Region of Interest* (ROI) dan penomoran gigi dapat dilakukan secara sistematis menggunakan platform Roboflow. Proses yang melibatkan anotasi data, penandaan, pelabelan, dan ekspor dataset terbukti efektif dalam mempercepat persiapan data dan memastikan dataset yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi.

Hasil evaluasi kinerja model segmentasi menunjukkan performa yang sangat baik. Dengan nilai *mean Average Precision* (mAP) sebesar 95,8%, presisi 93,7%, dan recall 93,1%, model mampu mendeteksi dan mensegmentasi gigi secara akurat pada sebagian besar citra panoramik. Visualisasi hasil segmentasi juga mengindikasikan kemampuan model untuk memberikan informasi yang jelas dan terstruktur, seperti penandaan tiap gigi dengan *bounding box*, label, dan *confidence score*.

Meskipun model menunjukkan kinerja yang baik, masih terdapat beberapa gigi yang tidak tersegmentasi dengan baik. Seperti pada gigi dengan orientasi tidak biasa atau kondisi tertentu, misalnya gigi yang hanya menyisakan akar. Namun demikian, secara keseluruhan, algoritma YOLOv8 dapat diandalkan untuk mendukung segmentasi otomatis citra medis, khususnya dalam radiografi panoramik gigi. Pendekatan ini berpotensi menjadi alat yang sangat berguna dalam validasi, analisis, dan pengembangan lebih lanjut untuk mendukung peningkatan efisiensi dan akurasi dalam aplikasi medis.

DAFTAR PUSTAKA

- Casas, E., Ramos, L., Romero, C., & Rivas-Echeverría, F. (2024). A comparative study of YOLOv5 and YOLOv8 for corrosion segmentation tasks in metal surfaces. *Array*, 22(May). <https://doi.org/10.1016/j.array.2024.100351>
- HASYDNA, N., & DINATA, R. K. (2020). *Machine Learning* (M. S. Dr. Fajriana (ed.)). unimal press. <http://repository.unimal.ac.id/id/eprint/6707>
- Karaoglu, A., Ozcan, C., Pekince, A., & Yasa, Y. (2023). Numbering teeth in panoramic images: A novel method based on deep learning and heuristic algorithm. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 37, 101316. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jestch.2022.101316>
- Mudjosemedi, M., Widyaningrum, R., & Gracea, R. S. (2015). Perbedaan Hasil Pengukuran Horizontal pada Tulang Mandibula dengan Radiograf Panoramik. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 1(1), 78. <https://doi.org/10.22146/majkedgiind.9010>
- Nurhakiki, J., Yahfizham, Y., William, J., Ps, I. V., Estate, M., Percut, K., Tuan, S., & Serdang, K. D. (2024). Studi Kepustakaan: Pengenalan 4 Algoritma Pada Pembelajaran Deep Learning Beserta Implikasinya. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 1, 270–281. <https://doi.org/10.51903/pendekar.v2i1.598>
- Rašić, M., Tropčić, M., Karlović, P., Gabrić, D., Subašić, M., & Knežević, P. (2023). Detection and Segmentation of Radiolucent Lesions in the Lower Jaw on Panoramic Radiographs Using Deep Neural Networks. *Medicina (Lithuania)*, 59(12). <https://doi.org/10.3390/medicina59122138>

- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016-Decem, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- Shahriar Zaman Abid, M., Jahan, B., Mamun, A. Al, Jakir Hossen, M., & Hossain Mazumder, S. (2024). Bangladeshi crops leaf disease detection using YOLOv8. *Heliyon*, 10(18), e36694. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36694>
- Wulan Dari, S., & Triloka, J. (2022). Kajian Algoritme Mask Region-Based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) dan You Look Only Once (YOLO) Untuk Deteksi Penyakit Kulit Akibat Infeksi Jamur. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 132–138.
- Yin, R. (2023). Dental Disease Detection with Crowdsourced Radiograph Annotations (Issue November).