

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika medis memiliki peranan penting dalam pengembangan pencitraan, termasuk pada ranah kedokteran gigi. Salah satu bentuk pencitraan yang banyak dimanfaatkan pada ranah kedokteran gigi adalah citra sefalogram, yaitu hasil pencitraan diagnostik yang umum digunakan pada bidang ortodontik untuk mengidentifikasi lokasi *landmark* dan menganalisis hubungan skeletal antara tulang wajah dan gigi di rongga mulut (Londono dkk., 2023). Citra sefalogram memberikan gambaran dua dimensi tengkorak dalam arah lateral dan posterior anterior, yang dapat membantu dokter untuk melihat hubungan antara gigi, tulang, dan jaringan lunak pada bidang horizontal dan vertikal (Kasinathan dkk., 2017). Citra sefalogram menjadi prosedur diagnostik utama pada bidang ortodontik, tetapi citra ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti struktur citra yang tumpang tindih dapat menghalangi interpretasi yang akurat oleh dokter. Kompleksitas struktur yang disebabkan asimetri wajah, variasi anatomi antar individu, dan variasi posisi kepala selama pengambilan citra juga sering kali menimbulkan tantangan dalam interpretasi citra yang akurat dan efisien (Lee dkk., 2024).

Analisis citra sefalogram, khususnya dalam proses identifikasi *landmark*, merupakan tahap yang rentan terhadap kesalahan (Juneja dkk., 2021). *Landmark* memiliki peran penting dalam memberikan informasi yang mendukung dokter gigi untuk mengevaluasi hubungan antara dasar tengkorak dan rahang atas atau rahang bawah, antara tulang alveolar dan rahang atas atau rahang bawah, guna merancang rencana perawatan yang akurat (Zhao dkk., 2023). Identifikasi *landmark* pada citra sefalogram sangat diperlukan, misalnya untuk menyusun perencanaan ortodontik, menganalisis kelainan struktur, atau melakukan rekonstruksi anatomi. Pada praktik klinisnya proses identifikasi *landmark* pada citra sefalogram masih dilakukan secara manual oleh dokter gigi, sehingga banyak memakan waktu, bersifat subjektif, dan memakan banyak tenaga, meskipun hasilnya bergantung pada keterampilan dokter gigi (Khalid dkk., 2024).

Teknologi otomatis berbasis kecerdasan buatan, seperti *deep learning*, menjadi solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan identifikasi *landmark* secara otomatis dengan keunggulan dalam hal akurasi, kecepatan, dan konsistensi (Li dkk., 2022). Penggunaan algoritma otomatis sangat penting untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, serta objektivitas dalam proses identifikasi *landmark*. Kemajuan *deep learning* dan *computer vision* telah membawa perubahan signifikan dalam analisis citra medis. Pada beberapa tahun terakhir, teknologi otomatis berbasis *deep learning* telah berkembang pesat dan diterapkan secara luas pada bidang medis, terutama untuk identifikasi *landmark* pada citra sefalogram (Yang dkk., 2023). Salah satu arsitektur berbasis *deep learning* yang populer adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), yang dirancang khusus untuk mengenali objek, bentuk, dan pola dengan akurasi tinggi (Liu dkk., 2023).

You Only Look Once (YOLO) adalah algoritma deteksi objek berbasis *deep learning* yang terkenal karena kemampuannya untuk mengidentifikasi objek dalam satu kali pemrosesan, yang memungkinkan deteksi objek dilakukan dengan cepat dan akurat (Kang dan Kim, 2023). YOLO telah mengalami perkembangan pesat, dengan versi terbaru, yaitu YOLOv11, yang dirilis pada tanggal 30 September 2024. YOLOv11 dirancang untuk memberikan performa terbaik di berbagai tugas, seperti deteksi objek, segmentasi gambar, klasifikasi gambar, estimasi pose, dan identifikasi objek dengan orientasi tertentu. Dibandingkan dengan versi sebelumnya, YOLOv11 menawarkan desain yang lebih ringan, sehingga memberikan kecepatan dan efisiensi yang lebih tinggi (He dkk., 2024).

Keunggulan YOLO dalam hal kecepatan dan akurasi membuatnya unggul dibandingkan metode lain, bahkan dengan jumlah data yang terbatas. Misalnya Prativi dkk., (2024) menunjukkan bahwa YOLOv5 mampu mendeteksi sebagian besar *landmark* secara akurat hanya dengan 350 citra sefalogram lateral. Demikian pula, Tafala dkk., (2024) membuktikan bahwa YOLOv8 mencapai deteksi yang signifikan pada 400 citra, sementara, Hwang dkk., (2021) memperoleh hasil komprehensif menggunakan YOLOv3 pada 2183 citra. Di sisi lain, Jegham dkk., (2024) menggunakan YOLOv11 untuk segmentasi objek pada 3233 citra campuran dan menemukan bahwa YOLOv11 mampu menghasilkan segmentasi dengan

akurasi tinggi, lebih cepat, dan lebih efisien dibandingkan YOLOv10. Bahkan pada kasus non-medis, Aguswandi dkk., (2025) melaporkan bahwa YOLOv11 mendeteksi slot parkir kosong secara *real-time* dan akurat hanya dengan 62 citra. Temuan ini menegaskan bahwa YOLO tetap akurat meski dengan data lebih sedikit, menjadikannya solusi yang sangat efisien untuk deteksi objek otomatis, termasuk dalam analisis citra medis.

Berdasarkan tinjauan literatur, YOLO telah terbukti efektif untuk identifikasi *landmark* pada citra sefalogram lateral, baik dalam akurasi maupun kecepatan. Namun, metode manual yang masih digunakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Universitas Andalas berisiko menyebabkan kesalahan, mengurangi akurasi, dan menghambat efisiensi. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan YOLOv11 sebagai solusi otomatis yang diharapkan dapat meningkatkan akurasi deteksi *landmark* dibandingkan deteksi *landmark* secara manual, mempercepat proses identifikasi sehingga lebih efisien untuk kebutuhan klinis, dan mengurangi ketergantungan pada operator, terutama dalam menangani variasi anatomi pasien. Pemilihan YOLOv11 didasarkan pada kemampuannya yang terbukti unggul dalam studi terbaru, seperti Jegham dkk., (2024) untuk pensegmentasian objek dan Aguswandi dkk., (2025) untuk pendeteksian objek secara *real-time*, dengan performa yang menunjukkan presisi dan kecepatan yang lebih baik dibanding versi YOLO sebelumnya. Implementasi YOLOv11 diharapkan dapat menjadi langkah inovatif dalam pengembangan teknologi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Universitas Andalas.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeteksi *landmark* pada citra sefalogram lateral dengan implementasi YOLOv11 untuk mendukung perencanaan perawatan yang lebih tepat di bidang ortodontik.
2. Menilai akurasi deteksi *landmark* pada citra sefalogram lateral yang dihasilkan dengan YOLOv11 menggunakan parameter akurasi, presisi,

recall, dan *F-score* untuk memastikan keandalan model dalam mengidentifikasi *landmark* secara otomatis.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan kemudahan bagi dokter gigi, khususnya di bidang ortodontik, dalam mempercepat identifikasi *landmark* pada citra sefalogram lateral secara akurat dan otomatis, sehingga dapat meningkatkan efisiensi perencanaan perawatan.
2. Memberikan kontribusi pada literatur kedokteran gigi dalam mengidentifikasi *landmark* pada citra sefalogram lateral yang dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya tentang identifikasi *landmark* pada citra sefalogram lateral gigi berbasis CNN.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder citra sefalogram lateral sebanyak 50 citra pasien di Instalasi Radiologi RSGM Universitas Andalas. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah YOLOv11 untuk deteksi objek berbasis titik kunci (*keypoint-based object detection*) tanpa membandingkan performa dengan metode YOLO versi lainnya. Evaluasi performa model hanya mencakup matriks akurasi, presisi, *recall*, dan *F-score*. Analisis dan interpretasi hasil deteksi objek hanya terbatas pada identifikasi *landmark* tanpa mempertimbangkan karakteristik lain, seperti variasi anatomi atau kondisi fisik pasien.