

# BAB I PENDAHULUAN

## 1. 1 Latar Belakang

Impaksi gigi merupakan kondisi prevalen dalam kedokteran gigi yang ditandai dengan kegagalan gigi untuk erupsi sepenuhnya ke dalam rongga mulut, seringkali dipicu oleh faktor ruang, posisi gigi yang abnormal, atau adanya obstruksi fisik. Kondisi ini dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius, seperti peradangan, pembentukan kista atau tumor, kerusakan gigi tetangga, hingga gangguan oklusal. Secara global, prevalensi impaksi gigi bervariasi tergantung pada populasi dan jenis gigi yang diteliti, namun molar ketiga (gigi bungsu) merupakan gigi yang paling sering mengalami impaksi, mempengaruhi hingga 25% populasi (Kruger, 2018). Deteksi dini dan klasifikasi yang akurat dari impaksi gigi menjadi krusial untuk perencanaan perawatan yang optimal dan pencegahan komplikasi lebih lanjut.

Analisis radiograf panoramik (*panoramic radiography*) merupakan metode diagnostik standar emas dalam evaluasi awal impaksi gigi, yang memungkinkan visualisasi dua dimensi dari seluruh lengkung gigi, rahang atas dan bawah, serta struktur terkait lainnya. Namun, interpretasi radiograf panoramik secara manual oleh klinisi seringkali bersifat subjektif dan sangat bergantung pada tingkat pengalaman serta keahlian pemeriksa. Faktor-faktor seperti kelelahan visual, variasi pencahayaan, kualitas citra, dan adanya artefak dapat memengaruhi akurasi diagnosis, terutama pada kasus impaksi yang kompleks atau tidak jelas. Keterbatasan ini menimbulkan potensi kesalahan diagnosis dan inkonsistensi dalam penatalaksanaan klinis, yang pada akhirnya dapat berdampak pada hasil perawatan pasien (Dutra, 2021).

Perkembangan pesat dalam bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), khususnya teknik pembelajaran mendalam (*deep learning*) melalui *Convolutional Neural Network* (CNN), telah menunjukkan potensi luar biasa dalam analisis citra medis, termasuk radiologi gigi. Arsitektur CNN dirancang untuk secara otomatis mempelajari fitur-fitur hierarkis dari citra digital, yang memungkinkannya melakukan tugas-tugas kompleks seperti deteksi objek, segmentasi, dan klasifikasi dengan akurasi yang seringkali menyaingi atau bahkan melampaui kemampuan manusia (LeCun, 2015). Penerapan CNN pada radiograf panoramik berpotensi menghadirkan solusi objektif dan *reproducibel* untuk membantu proses klasifikasi impaksi gigi, yang dapat meningkatkan efisiensi diagnostik.

Beberapa studi terdahulu telah mengeksplorasi pemanfaatan *deep learning* dalam analisis radiograf gigi. Fang et al. (2025) mengembangkan model multi-channel CNN untuk mendeteksi impaksi gigi bungsu, sementara Zirek et al. (2024)

mengintegrasikan YOLOv8 untuk lokalisasi dan klasifikasi sudut impaksi berdasarkan sistem Winter. Alsolamy et al. (2024) menggunakan deep learning untuk deteksi dan pelabelan gigi posterior pada citra *bitewing*, dan Alam et al. (2025) fokus pada segmentasi gigi molar impaksi menggunakan CNN. Meskipun penelitian-penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendeteksi atau mengkarakterisasi gigi secara spesifik, namun masih terdapat celah dalam pengembangan model CNN yang secara langsung fokus pada klasifikasi global citra radiograf panoramik untuk membedakan kondisi impaksi gigi dari gigi yang erupsi normal secara biner dan efisien.

Kesenjangan penelitian ini menjadi krusial untuk diatasi mengingat tingginya kebutuhan akan metode deteksi impaksi gigi yang cepat, akurat, dan objektif. Keterbatasan interpretasi manual, variabilitas hasil, dan kompleksitas model-model deep learning terdahulu yang berfokus pada tugas spesifik (seperti segmentasi atau klasifikasi sudut) menyoroti perlunya sebuah pendekatan yang lebih sederhana namun tetap efektif dalam mengklasifikasikan impaksi gigi secara umum. Pengembangan algoritma CNN yang dirancang khusus untuk klasifikasi biner impaksi gigi pada radiograf panoramik dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi skrining dan mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih tepat sasaran.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kinerja algoritma *Convolutional Neural Network* dalam menganalisis radiograf panoramik untuk klasifikasi impaksi gigi. Dengan berfokus pada klasifikasi biner (impaksi vs. non-impaksi), penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan dalam ranah fisika medis dan komputasi, serta menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan klinis yang aplikatif. Peningkatan efisiensi waktu diagnosis, objektivitas hasil, dan akurasi klasifikasi impaksi gigi diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas pelayanan kedokteran gigi secara keseluruhan.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menguji dan mengevaluasi kinerja algoritma CNN dalam menganalisis radiograf panoramik untuk klasifikasi impaksi gigi secara biner (impaksi dan non-impaksi).
2. Menganalisis sejauh mana tahapan *preprocessing* dan augmentasi citra dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi model CNN dalam klasifikasi impaksi gigi pada radiograf panoramik.

3. Mengevaluasi kemampuan model CNN yang dikembangkan dalam memberikan hasil klasifikasi yang akurat dan konsisten sebagai alat bantu skrining awal impaksi gigi.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari sisi akademik maupun praktis. Secara akademik, penelitian ini dapat menjadi sarana pembelajaran dalam penerapan algoritma deep learning untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi citra medis, khususnya pada kasus impaksi gigi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperluas pemahaman di bidang fisika komputasi dan pengolahan citra digital.

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif solusi berbasis teknologi yang dapat membantu tenaga medis dalam proses identifikasi dan diagnosis awal impaksi gigi. Dengan dukungan sistem klasifikasi otomatis berbasis CNN, proses analisis radiograf panoramik gigi dapat dilakukan secara lebih efisien dan objektif, sehingga berpotensi meningkatkan kualitas pelayanan dalam praktik kedokteran gigi.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Perkembangan metode *deep learning* telah mendorong meningkatnya pemanfaatan kecerdasan buatan dalam analisis citra medis, termasuk pada bidang kedokteran gigi. Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) dan arsitektur turunannya untuk mendeteksi, mengklasifikasikan, maupun mensegmentasi struktur gigi pada citra radiograf panoramik. Hasil dari penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *deep learning* memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis radiograf gigi.

Seperti yang terlihat pada **Tabel 2.1**, Fang et al. (2025) mengusulkan penggunaan multi-channel CNN dengan integrasi pengetahuan klinis untuk mendeteksi impaksi gigi, khususnya *wisdom teeth*. Pendekatan tersebut berhasil meningkatkan kinerja deteksi dengan nilai akurasi, AUROC, dan AUPRC yang tinggi, menunjukkan efektivitas CNN dalam menangkap karakteristik visual pada citra panoramik. Namun, fokus penelitian ini terbatas pada jenis gigi tertentu serta menggunakan arsitektur multi-channel yang relatif kompleks. Penelitian lain oleh Zirek et al. (2024) menerapkan model YOLOv8 untuk melakukan lokalisasi seluruh impaksi gigi sekaligus mengklasifikasikan sudut kemiringan molar ketiga berdasarkan sistem Winter. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi serta didukung dengan pengembangan antarmuka pengguna untuk kebutuhan klinis. Meskipun demikian, pendekatan ini lebih menitikberatkan pada tugas deteksi objek dan klasifikasi sudut kemiringan gigi, bukan pada klasifikasi global citra menjadi kategori impaksi dan non impaksi. Selanjutnya, Alsolamy et al. (2024) memanfaatkan metode *deep learning* untuk mendeteksi dan memberi label pada gigi posterior menggunakan citra *bitewing X-ray*. Penelitian tersebut mencapai nilai presisi dan *recall* yang sangat tinggi, menandakan keberhasilan model dalam mendeteksi struktur gigi secara akurat. Akan tetapi, fokus utama penelitian ini berada pada aspek deteksi dan segmentasi gigi posterior, sehingga tidak secara spesifik membahas klasifikasi kondisi impaksi secara biner. Pendekatan segmentasi juga diteliti oleh Alam et al. (2025), yang menggunakan model berbasis CNN untuk mensegmentasi gigi molar impaksi pada citra radiograf panoramik. Hasil yang diperoleh menunjukkan performa segmentasi yang cukup baik, namun ruang lingkup penelitian masih terbatas pada pemisahan struktur gigi tanpa melakukan klasifikasi kondisi gigi secara menyeluruh.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian tersebut, metode *deep learning*, khususnya CNN dan variannya, telah terbukti efektif dalam menganalisis