

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam pendidikan kedokteran gigi, kemampuan mahasiswa dalam mendiagnosis maloklusi sangat penting sebagai dasar perencanaan perawatan ortodonti. Namun, tingkat akurasi diagnosis mahasiswa dapat bervariasi tergantung pada pengalaman klinis dan pemahaman teoretis. Mahasiswa fakultas kedokteran gigi, termasuk yang menempuh pendidikan di Universitas Mahasaraswati Denpasar, memperoleh pembelajaran teoretis dan praktik klinis sebagai bagian dari upaya pengembangan keterampilan diagnostik. Namun demikian, keterbatasan pengalaman klinis serta minimnya paparan terhadap variasi kasus maloklusi dapat berdampak pada tingkat akurasi diagnosis yang dilakukan oleh mahasiswa. Oleh karena itu, diperlukan suatu evaluasi untuk menilai sejauh mana kemampuan mahasiswa dalam mendiagnosis maloklusi secara akurat, khususnya apabila dibandingkan dengan metode lain yang berpotensi memberikan hasil diagnosis yang lebih konsisten.

Istilah diagnosis telah menjadi bagian penting dalam dunia medis dan bahkan digunakan di berbagai bidang lainnya. Walaupun sering digunakan, banyak orang tidak mengetahui asal-usul kata ini. Kata diagnosis berasal dari bahasa latin yang diturunkan dari bahasa Yunani kuno, yaitu *gnosis* yang berarti “mengetahui” dan *dia* yang berarti “memisahkan”. Gabungan dari dua makna ini mencerminkan kemampuan untuk mengidentifikasi suatu kondisi sebagai sesuatu yang berbeda dari kondisi lainnya. Dengan kata lain, diagnosis

adalah proses membedakan antara kondisi sehat dan sakit, serta membedakan berbagai jenis penyakit (Gale 2022).

Menurut World Health Organization (2023), diagnosis merupakan suatu proses sistematis yang bertujuan untuk mengenali dan menentukan penyebab serta karakteristik dari suatu kondisi klinis. Proses ini dilakukan melalui analisis menyeluruh terhadap keluhan pasien, tanda-tanda fisik yang ditemukan, serta hasil dari berbagai pemeriksaan penunjang. Diagnosis memiliki peranan krusial dalam menentukan langkah terapi yang tepat, memperkirakan perkembangan penyakit (prognosis), serta menilai sejauh mana keberhasilan dari perawatan yang telah dilakukan.

Diagnosis dalam bidang kedokteran gigi merupakan langkah awal yang dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari pasien melalui anamnesis dan pemeriksaan klinis secara langsung. Informasi tersebut kemudian didukung oleh pemeriksaan tambahan seperti foto rontgen, pencitraan gigi, atau tes laboratorium. Diagnosis yang akurat sangat penting karena menjadi dasar dalam menentukan jenis perawatan yang tepat dan efektif bagi kondisi pasien (Kaur *et al.* 2023).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi *artificial intelligence* (AI) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk kedokteran gigi. AI telah mulai diterapkan dalam bidang kedokteran gigi untuk membantu dalam proses diagnosis. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa sistem AI dapat mencapai akurasi yang sebanding atau bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan klinisi manusia dalam mendiagnosis kondisi gigi tertentu (Lee *et al.* 2018). Namun, sejauh mana akurasi AI

sebanding atau bahkan melampaui kemampuan mahasiswa dalam menilai foto maloklusi intraoral masih menjadi pertanyaan penting. Di sisi lain, integrasi AI dalam pendidikan kedokteran gigi juga menimbulkan tantangan etis dan praktis, seperti ketergantungan terhadap teknologi dan kesiapan mahasiswa dalam mengevaluasi hasil diagnosis dari sistem otomatis.

AI adalah kecerdasan yang dihasilkan oleh komputer, yang berlawanan dengan kecerdasan alami manusia dan beberapa hewan. Kaplan dan Haenlein pada tahun (2019) mendefinisikan AI sebagai kemampuan sebuah sistem untuk menginterpretasikan data eksternal dengan benar, belajar dari data tersebut dan menggunakan apa yang telah dipelajari untuk mencapai tujuan dan tugas tertentu melalui adaptasi yang fleksibel.

Istilah kecerdasan buatan adalah yang digunakan sehari-hari untuk menggambarkan mesin yang meniru fungsi kognitif yang diasosiasikan dengan pikiran manusia lainnya. Salah satu bidang di mana kemajuan teknologi telah membawa perubahan yang signifikan adalah di bidang kesehatan seperti di kedokteran gigi ortodonti, terutama dalam hal diagnosis dan prediksi ortodonti (Hack *et al.* 2024).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa sistem AI mampu mengenali pola maloklusi secara otomatis dengan hasil yang cukup memuaskan. Penelitian yang dilakukan oleh Kunz *et al.* (2020) menunjukkan bahwa sistem AI dapat memberikan hasil diagnosis sefalometri yang sebanding dengan dokter gigi spesialis ortodonti.

Saat ini salah satu AI yang sering digunakan oleh sebagian besar masyarakat adalah *Chat Generative Pre-trained Transformer* (ChatGPT).

ChatGPT adalah program berbasis AI yang dilatih dengan sejumlah besar data untuk menghasilkan respons yang menyerupai jawaban manusia saat berinteraksi dengan pengguna. Program ini menggunakan teknik seperti *machine learning* (pembelajaran mesin) dan *deep learning* (pembelajaran mendalam) yang memungkinkan sistem mengolah input pengguna, memahami konteks, dan mengeluarkan output berupa teks yang koheren serta relevan secara kontekstual. Dengan demikian, ChatGPT mampu menghadirkan interaksi yang menyerupai percakapan alami antar manusia, sehingga membuka peluang pemanfaatan yang luas termasuk dalam bidang pendidikan, penelitian, dan bahkan layanan kesehatan (Bahrini *et al.* 2023)

Dalam bidang kesehatan dan kedokteran gigi, ChatGPT membantu para profesional kesehatan dengan meningkatkan akurasi diagnosis, mendukung pengambilan keputusan, mencatat data secara digital, menganalisis gambar, serta membantu dalam pencegahan dan pengobatan penyakit. Selain itu, ChatGPT juga berperan dalam mengurangi kesalahan dalam perawatan serta mempermudah proses penelitian dan eksplorasi ilmiah (Achanur *et al.* 2025).

Selain ChatGPT salah satu sistem AI generatif terbaru yang banyak dibahas adalah Google Gemini, sebuah model *multimodal* yang mampu mengolah teks, gambar, dan data visual secara bersamaan. Menurut Yildiz-Domanic (2025), Gemini memiliki performa yang kompetitif dalam pendidikan kedokteran dan mampu memberikan respons yang setara dengan mahasiswa pada soal-soal berbasis klinis.

Dalam bidang kedokteran gigi, proses diagnostik sangat bergantung pada interpretasi citra seperti radiografi, foto intraoral, serta data klinis lainnya.

Model AI modern seperti Gemini mulai menunjukkan potensi dalam membantu proses ini.

Studi oleh Dave *et al.* (2025) menemukan bahwa model generatif seperti Gemini dapat membantu mahasiswa memahami konsep diagnostik, memberikan penjelasan yang terstruktur, serta berperan sebagai alat bantu pembelajaran interaktif. Hal ini menjadikan AI sebagai sumber belajar tambahan yang potensial dalam kurikulum pendidikan dokter gigi.

Belum banyak studi yang secara langsung membandingkan tingkat akurasi diagnosis antara mahasiswa kedokteran gigi dan sistem AI dalam konteks klinis nyata. Hal ini penting mengingat mahasiswa adalah calon praktisi yang akan terjun langsung dalam pelayanan kesehatan gigi masyarakat. Oleh karena itu evaluasi terhadap kemampuan mahasiswa dibandingkan dengan kecanggihan teknologi AI dapat memberikan gambaran objektif tentang sejauh mana kesiapan mahasiswa dalam menegakkan diagnosis, sekaligus menilai potensi integrasi teknologi AI dalam pendidikan dan praktik kedokteran gigi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan diantaranya :

Apakah terdapat perbedaan akurasi diagnosis foto maloklusi intraoral antara mahasiswa sarjana Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar dengan ChatGPT dan Gemini dalam menilai foto maloklusi intraoral.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1.3.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui akurasi diagnosis antara mahasiswa sarjana Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar dengan ChatGPT dan Gemini dalam menilai foto maloklusi intraoral.

1.3.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut :

Untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara akurasi diagnosis maloklusi intraoral oleh mahasiswa sarjana Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar dengan ChatGPT dan Gemini.

1.4. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka manfaat penelitiannya yaitu sebagai berikut :

1.4.1. Manfaat Akademik

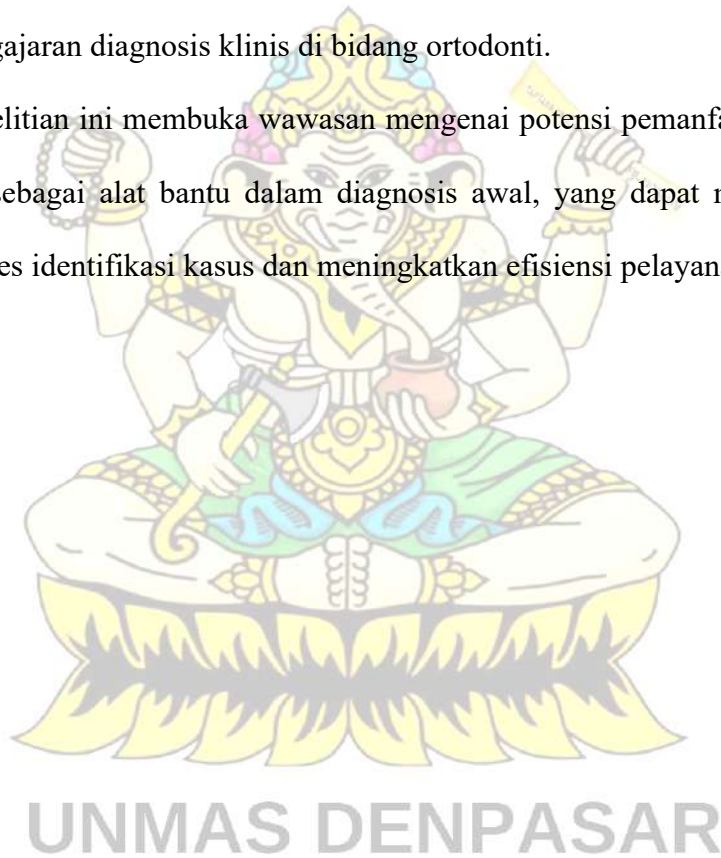
Untuk memberikan informasi ilmiah sebagai landasan penelitian lain mengenai perbandingan akurasi diagnosis antara mahasiswa sarjana Fakultas Kedokteran Gigi dengan ChatGPT dan Gemini dalam menilai foto maloklusi intraoral.

1.4.2. Manfaat Praktisi

a. Penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi diri bagi mahasiswa dalam meningkatkan kemampuan diagnostik, khususnya dalam mengenali

maloklusi melalui foto intraoral. Hasil penelitian ini juga dapat memotivasi mahasiswa sarjana untuk memanfaatkan teknologi sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran klinis.

- b. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai kualitas diagnosis mahasiswa sarjana kedokteran gigi, yang dapat menjadi dasar dalam perbaikan metode pembelajaran, kurikulum, atau pendekatan dalam pengajaran diagnosis klinis di bidang ortodonti.
- c. Penelitian ini membuka wawasan mengenai potensi pemanfaatan sistem AI sebagai alat bantu dalam diagnosis awal, yang dapat mempercepat proses identifikasi kasus dan meningkatkan efisiensi pelayanan ortodonti.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Maloklusi

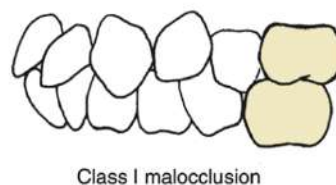
2.1.1. Definisi Maloklusi

Menurut Graber dan Vanarsdall (2016) maloklusi merupakan kelainan perkembangan yang dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, maupun fungsional. Meskipun bukan merupakan penyakit, maloklusi sering kali membutuhkan perawatan ortodonti untuk memulihkan fungsi oklusal, memperbaiki harmonisasi wajah, serta meningkatkan kualitas hidup pasien secara keseluruhan.

2.1.2. Klasifikasi Maloklusi

Pada tahun 1899, Angle mengklasifikasikan maloklusi ortodonti berdasarkan hubungan mesio-distal antar gigi, yang dimana menggunakan molar pertama rahang atas permanen sebagai acuan utama (*key ridge*). Sistem ini menggunakan angka Romawi untuk menunjukkan kelas dan angka Arab untuk menuliskan divisi. Klasifikasi Angle terbagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu maloklusi kelas I, kelas II dibagi menjadi divisi I dan II, dan kelas III (Mageet 2016).

a. Maloklusi Kelas I



Gambar 2.1 Maloklusi Kelas I
(Proffit *et al.* 2019).

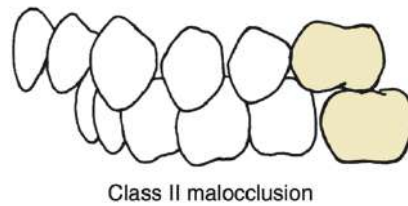
Maloklusi Kelas I, yang dikenal sebagai neutroklusi, menunjukkan hubungan mesiodistal yang normal antara rahang atas, rahang bawah dan lengkung gigi. Pada maloklusi Kelas I menurut Angle, tonjolan depan sisi pipi (mesiobukal) dari molar pertama rahang atas akan sejajar dan masuk ke dalam alur yang sesuai pada molar pertama rahang bawah. Sementara itu, posisi ujung taring atas biasanya berada di antara taring bawah dan premolar pertama bawah (Thilander *et al.* 2018).

Pada dasarnya, meskipun terjadi pergeseran posisi tonjolan gigi ke arah depan (mesial) atau belakang (distal) hingga setengah lebar tonjolan, hal ini masih dianggap sebagai bagian dari oklusi yang normal. Selain itu, jarak horizontal antara gigi depan atas dan bawah, atau yang dikenal sebagai *overjet*, umumnya berkisar antara 2 sampai 5 mm pada kondisi normal (Thilander *et al.* 2018).

Namun dalam beberapa kasus, posisi gigi molar pertama bisa berubah, terutama jika gigi susu tanggal terlalu dini akibat kerusakan seperti karies. Dalam kondisi ini, perlu dilakukan perkiraan terhadap posisi awal molar sebelum pergeseran terjadi. Sebagai alternatif, posisi gigi taring atas dan bawah bisa dijadikan acuan untuk menilai hubungan antar rahang.

Contoh umum yang dapat terjadi dari Kelas I maloklusi adalah terjadinya desakan gigi (crowding) atau jarak antar gigi (spacing) dalam lengkung gigi yang berukuran normal. Gigi yang berdesakan ini umumnya terjadi karena ketidakseimbangan antara ukuran gigi dan ruang yang tersedia di lengkung rahang (Salleh *et al.* 2024).

b. Maloklusi Kelas II



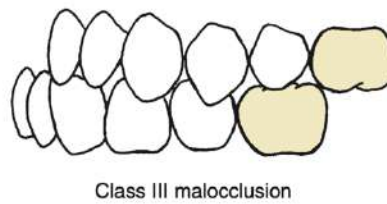
Gambar 2.2 Maloklusi Kelas II

(Proffit *et al.* 2019)

Maloklusi kelas II, atau disebut juga distoklusi Kelas II menurut Angle, yang juga dikenal sebagai oklusi postnormal, keadaan ini ditandai dengan posisi molar pertama rahang bawah lebih mundur dari posisi normal, yaitu berada lebih ke belakang dari tempat yang seharusnya (Thilander *et al* 2018).

Maloklusi kelas II ini terbagi menjadi dua subtype, yaitu Divisi I dan Divisi II, yang perbedaannya dapat dilihat dari posisi gigi anterior, bentuk langit-langit mulut, serta profil wajah. Umumnya, Divisi II memiliki karakteristik *overbite* yang lebih kecil dibandingkan Divisi I (Salleh *et al.* 2024). Pada kasus Kelas II divisi 1, biasanya terdapat jarak horizontal yang cukup besar antara gigi depan atas dan bawah, atau disebut *overjet*. *Overjet* dikatakan besar jika lebih dari 6 mm, dan dianggap sangat besar (ekstrem) apabila mencapai lebih dari 9 mm.

c. Maloklusi Kelas III



Gambar 2.3 Maloklusi Kelas III

(Proffit *et al.* 2019)

Maloklusi Kelas III atau yang sering disebut mesioklusi, pada maloklusi jenis ini, gigi insisivus rahang bawah berada di depan gigi insisivus rahang atas, yang merupakan kebalikan dari posisi normal. Kondisi ini menyebabkan hubungan gigi depan atas dan bawah berubah arah dan sering disebut sebagai *reverse overjet*. Selain itu, pada maloklusi Kelas III, gigi taring atas dan bawah biasanya tidak ada kontak atau oklusi (Phulari 2017).

Artinya, gigi molar pertama rahang atas berada lebih posterior daripada posisi normal terhadap molar pertama rahang bawah. Hal ini juga menyebabkan permukaan distal gigi taring rahang bawah berada lebih ke depan (mesial) dibandingkan permukaan mesial gigi taring rahang atas, setidaknya selebar satu premolar.

Maloklusi kelas III memperlihatkan susunan gigi, di mana rahang bawah tampak lebih menonjol atau maju dari rahang atas. Tingkat keparahan maloklusi Kelas III bervariasi, mulai dari kasus ringan hingga ketidaksesuaian posisi molar dan taring yang cukup signifikan (Salleh *et al.* 2024).

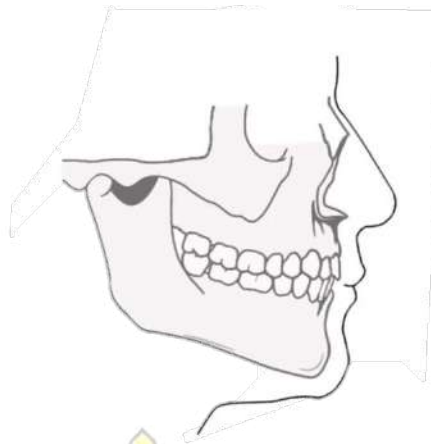
Pada kasus maloklusi Kelas III Angle, *overjet* atau jarak horizontal antara gigi depan atas dan bawah sering kali terbalik (< 0 mm), yang artinya bisa terjadi gigitan silang anterior (Thilander *et al* 2018).

2.1.3. Klasifikasi Maloklusi Skeletal

Pada tahun 1950, Salzmann menjadi orang yang pertama kali mengklasifikasikan struktur rangka (skeletal) yang mendasari maloklusi. Ia menyatakan maloklusi skeletal menjadi kelas I, kelas II, dan kelas III (Mageet 2016). Maloklusi skeletal merupakan ketidakharmonisan hubungan antara rahang maksila dan rahang mandibula terhadap basis kranium. Kelainan ini tidak hanya melibatkan posisi gigi, tetapi terutama mencerminkan pola pertumbuhan tulang wajah yang tidak seimbang. Menurut Proffit *et al.* (2019), maloklusi skeletal berkaitan dengan variasi pertumbuhan kraniofasial yang memengaruhi profil wajah, fungsi oklusal, serta estetika dentofasial. Thilander *et al.* (2018) menjelaskan bahwa hubungan sagital maksila dan mandibula merupakan faktor utama dalam menentukan klasifikasi skeletal Kelas I, II, dan III.

a. Maloklusi Skeletal Kelas I

Skeletal Kelas I: Pada maloklusi ini, masalah hanya terjadi pada posisi gigi, sedangkan tulang wajah dan rahang berada dalam keselarasan atau dalam keadaan seimbang satu sama lain dan dengan bentuk kepala secara keseluruhan. Profil wajah disebut ortognatik (lurus) (Mageet 2016).



Skeletal Class I

Gambar 2.4 Maloklusi Skeletal Kelas I
(Tran *et al.* 2024)

Divisi 1: Kelainan lokal pada hubungan insisivus, kaninus, dan premolar.

Divisi 2: Gigi insisivus rahang atas menonjol ke depan (protrusi).

Divisi 3: Gigi insisivus rahang atas mundur (retrusi).

Divisi 4: Protrusi pada kedua rahang (*bimaxillary protrusion*).

b. Maloklusi Skeletal Kelas II

Skeletal Kelas II: Perkembangan rahang bawah tertinggal atau berada di posisi lebih ke belakang dari rahang atas. Profil wajah menjadi cembung (prognatik). Salzmann mengklasifikasikan lebih lanjut Kelas II Skeletal menjadi 2 tipe:

1. Skeletal II Divisi 1: Memiliki karakteristik lengkung maksila yang sempit dengan kondisi gigi berjejal pada regio kaninus.
2. Skeletal II Divisi 2: Gigi insisivus sentral maksila mengalami inklinasi ke arah lingual, sedangkan gigi insisivus lateral dapat berada pada posisi normal atau mengalami proklinasi (Mageet 2016).

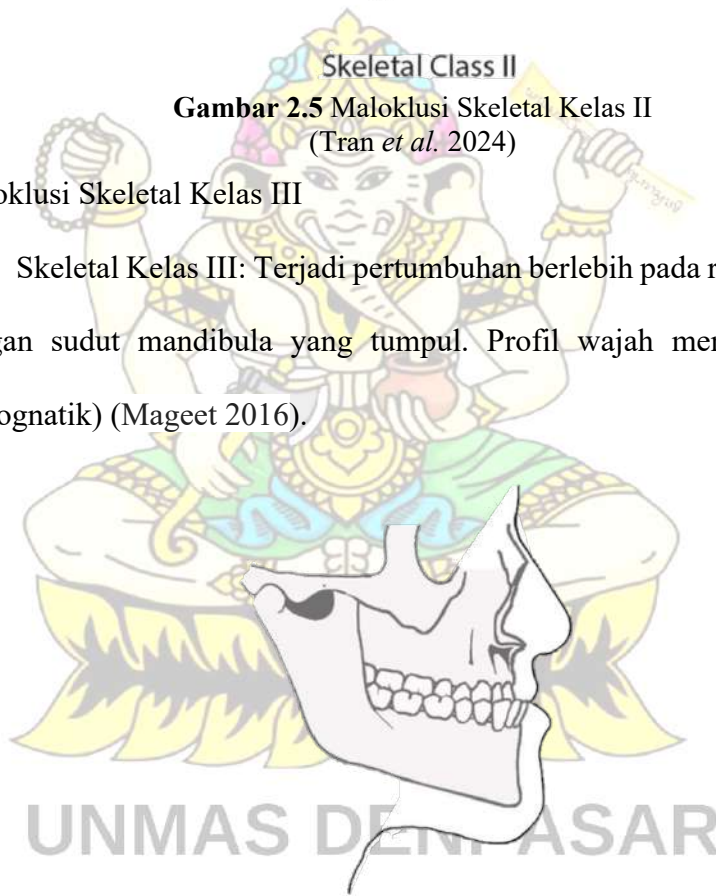


Skeletal Class II

Gambar 2.5 Maloklusi Skeletal Kelas II
(Tran *et al.* 2024)

c. Maloklusi Skeletal Kelas III

Skeletal Kelas III: Terjadi pertumbuhan berlebih pada rahang bawah dengan sudut mandibula yang tumpul. Profil wajah menjadi cekung (retrognatik) (Mageet 2016).



Skeletal Class III

Gambar 2.6 Maloklusi Skeletal Kelas III
(Tran *et al.* 2024)

2.2. Jenis dan Teknik Foto Klinis Intraoral

2.2.1. Jenis-jenis Foto Intraoral

Fotografi dental intraoral merupakan metode yang praktis untuk menyampaikan, berbagi, mendokumentasikan, serta mengirimkan informasi klinis (Mania *et al.* 2025). Menurut Ahmad (2009), dokumentasi mengenai fotografi intraoral umumnya mencakup lima jenis gambar, yaitu tampak frontal, bukal kanan dan kiri, serta oklusal rahang atas dan bawah. Foto frontal dan oklusal diambil pada saat pasien berada dalam posisi oklusi sentrik. Untuk memperoleh hasil yang optimal, pengambilan gambar dapat dilakukan dengan penggunaan alat bantu seperti retraktor pipi dan cermin khusus fotografi dental.

2.2.2. Teknik Pengambilan Foto Intraoral

a. Foto Intraoral Frontal

Foto intraoral tampak frontal umumnya diambil pertama kali dengan pasien duduk dalam posisi nyaman di *dental chair* yang disesuaikan setinggi siku operator. Operator yang berada di sisi belakang pasien memegang retraktor pipi berukuran besar untuk menarik bibir ke arah lateral, sehingga gigi dan jaringan gingiva terlihat dengan jelas. Teknik ini bertujuan untuk memaksimalkan visualisasi seluruh gigi dan tulang alveolar. Pengambilan gambar dilakukan tegak lurus 90° terhadap garis tengah wajah dengan acuan pada frenulum labialis. Penggunaan *ring flash* sangat dianjurkan untuk mengurangi bayangan, khususnya pada bagian posterior rongga mulut dan vestibulum bukal (Samawi 2008).

b. Foto Intraoral Bukal Kanan dan Kiri

Foto oklusi bukal kanan diambil dengan menggunakan retraktor pipi berukuran kecil. Pasien diminta untuk memutar kepala sedikit ke arah kiri agar sisi kanan wajah menghadap ke klinisi. Retraktor pada sisi kanan ditarik hingga gigi molar paling belakang tampak jelas. Pengambilan foto dilakukan dengan sudut 90° terhadap area gigi kaninus hingga premolar agar relasi segmen bukal dapat terlihat secara optimal. Pengambilan foto oklusi bukal kiri dilakukan dengan prosedur yang serupa, di mana pasien diminta memutar kepala sedikit ke kanan agar gigi bagian kiri terlihat lebih jelas (Samawi 2008).

c. Foto Intraoral Oklusal Rahang Atas dan Rahang Bawah

Cermin khusus untuk fotografi dental memiliki peranan penting dalam pengambilan gambar oklusal. Ukuran cermin harus disesuaikan dengan bukaan mulut pasien, dan selama pengambilan gambar, pasien diinstruksikan untuk bernapas melalui hidung (Ahmad 2009). Untuk foto oklusal rahang atas, digunakan retraktor pipi kecil atau tipe unilateral (Samawi 2008). Pasien diminta membuka mulut secara maksimal, lalu cermin ditempatkan dengan hati-hati di dalam rongga mulut untuk memperoleh tampilan lengkung posterior secara keseluruhan. Setelah itu, cermin ditekan sedikit ke arah bawah agar seluruh area rahang atas, termasuk gigi molar terakhir, dapat tertangkap. Pasien juga diarahkan untuk sedikit menundukkan kepala. Fokus pengambilan gambar ditujukan pada pantulan di cermin, dengan sudut pengambilan sekitar 90° terhadap

permukaan cermin dan menggunakan *mid palatal raphe* sebagai garis tengah acuan.

Untuk pengambilan foto oklusal rahang bawah, cermin diarahkan ke atas agar bayangan rahang bawah dapat terlihat dengan jelas. Pasien diminta sedikit mengangkat dagu. Posisi lidah menjadi perhatian penting; pasien diminta untuk menggulung lidah ke belakang dan menempatkannya di belakang cermin, sehingga tidak mengganggu tampilan gigi, khususnya di bagian posterior. Karena pengambilan gambar dilakukan melalui pantulan cermin yang memperpanjang jarak optik, maka pencahayaan perlu ditingkatkan agar hasil foto tetap optimal (Ahmad 2009).

2.2.3. Peran Foto Intraoral dalam Diagnosis Ortodonti

Menurut Jackson *et al.* (2019), foto intraoral memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam menilai klasifikasi maloklusi menurut Angle dan *midline*, dengan tingkat ketepatan diagnosis mencapai 79,9% untuk klasifikasi molar dan 51,3% untuk *midline*. Namun foto intraoral memiliki kelemahan yang dimana akurasinya dapat menurun apabila teknik pengambilan gambar tidak sesuai, misalnya sudut kamera tidak tegak lurus terhadap bidang oklusal atau pencahayaan tidak memadai.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh (Göranson *et al.* 2025) menunjukkan hasil bahwa, foto intraoral juga terbukti valid sebagai alat penilaian kebutuhan perawatan ortodonti karena tingkat kesesuaian antarpenilai dan validitasnya serupa, baik ketika foto digunakan sendiri maupun dikombinasikan dengan model gips. Namun, ketidaksesuaian antarpenilai tetap terdapat pada kedua metode penilaian tersebut. Sehingga

foto intraoral memiliki peranan penting untuk membantu diagnosis dalam melakukan perawatan ortodonti.

2.3. Kelebihan dan Kekurangan AI dalam Dunia Medis

2.3.1. Pengertian AI

AI adalah kemampuan program komputer untuk melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. AI didasari oleh algoritma, yaitu serangkaian langkah, perintah atau aturan yang ditulis dalam bentuk kode komputer. Kode ini memberi perintah kepada komputer untuk menganalisis data dengan cepat dan akan mengubahnya menjadi informasi, kesimpulan, atau hasil lainnya. Perkembangan AI dapat terjadi secara cepat dikarenakan di dukung oleh jumlah data yang sangat besar (WHO 2021).

2.3.2. Kelebihan AI dalam Dunia Medis

a. Prediksi Risiko dan Penyakit

AI memanfaatkan data yang cukup besar untuk memprediksi penyakit dan menilai paparan risiko yang terjadi pada pasien. Misalnya, Google yang bekerja sama dengan jaringan layanan kesehatan untuk mengembangkan model prediksi yang memperingatkan klinisi terhadap penyakit berisiko tinggi seperti penyakit sepsis dan penyakit gagal jantung. Model pembelajaran mesin (*machine learning*) juga dapat digunakan untuk memprediksi kelompok populasi yang memiliki potensi tinggi mengalami penyakit atau kecelakaan tertentu. Selain itu, algoritma AI seperti *deep learning* berperan dalam mengelompokkan jenis penyakit dan mendukung pemberian perawatan yang lebih disesuaikan dengan kondisi individu (Chustecki 2024).

b. Pencegahan dan Pengendalian Penyakit

AI dapat memainkan peran penting dalam pencegahan dan pengendalian penyakit. Sebagai contoh, AI dapat meningkatkan pencegahan dan pengendalian infeksi menular seksual (IMS) dengan meningkatkan pengawasan dan intervensi. Dengan menganalisis data media sosial yang tersedia secara publik, AI dapat memprediksi prevalensi sifilis tingkat kabupaten, memungkinkan pemantauan yang lebih cepat dan efisien. AI juga dapat menganalisis tren data web untuk mengurangi stigma terkait pencegahan dan perawatan IMS serta mengidentifikasi dan menandai informasi keliru terkait IMS (Young *et al* 2021).

c. Pengurangan Biaya Pascaperawatan

Sistem berbasis AI dapat menganalisis pola hasil pascaperawatan dan mengidentifikasi pengobatan paling efektif berdasarkan profil pasien (Nguyen & Ha Do 2019). Dengan memberikan diagnosis segera dan intervensi yang tepat, AI dapat membantu meminimalkan beban keuangan dari komplikasi pascaperawatan dan menghasilkan penghematan biaya yang besar.

d. Penghematan Biaya Melalui Diagnosis Dini

AI telah menunjukkan akurasi dan kecepatan yang unggul dalam menganalisis citra medis, seperti mammogram, yang memungkinkan deteksi dini penyakit seperti kanker payudara. Dengan memungkinkan diagnosis dan tindakan yang cepat sebelum masalah berkembang, AI dapat membantu mengurangi biaya layanan kesehatan yang terkait dengan diagnosis stadium lanjut (Shaheen 2021). Selain itu, kemampuan AI dalam

memproses dan menafsirkan berbagai tes medis, seperti *CT scan*, dengan akurasi tinggi, mengurangi kemungkinan kesalahan dokter, yang juga berkontribusi terhadap penghematan biaya.

e. Mengurangi Beban Kerja Tenaga Medis

Teknologi AI dapat meringankan beban pekerja layanan kesehatan dengan membantu tugas administratif, analisis data, dan interpretasi gambar medis. AI dapat mengotomatiskan tugas-tugas administratif, menganalisis data pasien dengan lebih efisien, dan membantu dalam diagnosis berbagai kondisi medis (Verghese *et al.* 2018). Dengan mengurangi pekerjaan manual dan memprioritaskan kasus-kasus kritis, AI membantu menghemat waktu dan sumber daya bagi tenaga medis, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas dan kualitas perawatan pasien.

2.3.3. Kekurangan atau Tantangan AI dalam Dunia Medis

a. Keamanan dan Privasi

Saat ini teknologi telah mempercepat dan memperluas pertukaran informasi di dalam dan di antara pemangku kepentingan utama dalam bidang kesehatan, sehingga hal ini dapat membuka peluang baru sekaligus risiko terhadap privasi dan keamanan data pasien. Selain itu, penggunaan alat berbasis AI, yang dimana artinya ketergantungan yang lebih besar terhadap pengumpulan, penyimpanan, transfer, dan pengungkapan data secara elektronik, dapat menciptakan peluang baru bagi pihak-pihak yang berniat jahat untuk mengidentifikasi ulang data pribadi yang sensitif atau mencegat data tersebut saat ditransfer dengan menggunakan teknik peretasan (Bohr & Memarzadeh 2020).

b. Keamanan dan Transparansi

Keamanan adalah salah satu tantangan terbesar bagi penggunaan AI di bidang kesehatan. Salah satu contoh kasus yang banyak disorot adalah IBM Watson for Oncology, yang menggunakan algoritma AI untuk menilai informasi dari rekam medis pasien dan membantu dokter dalam mengeksplorasi pilihan pengobatan kanker bagi pasien mereka. Namun, belakangan ini sistem tersebut mendapat kritik karena dilaporkan memberikan rekomendasi pengobatan kanker yang “tidak aman dan tidak akurat”. Contoh nyata ini telah membuat AI dalam bidang kesehatan mendapat sorotan negatif. Hal ini juga menunjukkan betapa pentingnya memastikan bahwa sistem AI benar-benar aman dan efektif.

c. Keadilan Algoritmik dan Bias

Beberapa contoh di dunia nyata telah menunjukkan bahwa algoritma dapat menunjukkan bias yang berujung pada ketidakadilan, misalnya terhadap asal etnis, warna kulit, atau jenis kelamin. Bias juga dapat muncul terhadap karakteristik lain seperti usia atau disabilitas.

Dalam dunia medis, sering kali digunakan data tentang penampilan fisik seseorang dan terkadang juga data genetiknya. AI yang bias dapat menyebabkan diagnosis yang salah dan membuat pengobatan menjadi tidak efektif bagi sub populasi tertentu, sehingga dapat mengancam keselamatan.

d. Persetujuan Tindakan (*Informed Consent*) dalam Penggunaan AI

Penggunaan AI dalam bidang kesehatan seperti dalam pencitraan medis, diagnosis, dan tindakan bedah berpotensi mengubah secara

signifikan hubungan antara dokter dan pasien. Masih perlu ditentukan dalam kondisi seperti apa prinsip *informed consent* harus diterapkan dalam penggunaan AI secara klinis. Permasalahan ini menjadi lebih kompleks ketika AI yang digunakan bersifat *black box*, yang artinya sistem yang memproses pengambilan keputusannya tidak dapat dijelaskan atau dipahami secara menyeluruh, bahkan oleh pengembangnya sendiri.

Sebagai contoh, perangkat lunak Corti yang digunakan untuk mendeteksi henti jantung bekerja secara otomatis, namun cara pengambilan keputusannya tidak diketahui secara pasti, termasuk oleh penciptanya. Hal ini menimbulkan kekhawatiran, karena dokter pun mungkin tidak bisa menjelaskan bagaimana AI tersebut sampai pada keputusan tertentu.

Selain itu, aplikasi kesehatan dan *chatbot* berbasis AI juga makin sering digunakan oleh masyarakat. Mulai dari aplikasi untuk diet, pengingat minum obat, hingga pemantauan melalui perangkat alat elektronik yang dapat dikenakan langsung pada tubuh (*wearable*). Namun, penggunaan aplikasi ini sering kali hanya melibatkan persetujuan dalam bentuk *user agreement* yang dimana umumnya disetujui tanpa dialog tatap muka atau langsung dan tanpa pemahaman penuh dari pengguna. Bahkan, banyak pengguna tidak membaca syarat-syarat tersebut, apalagi memahami perubahan yang dilakukan secara berkala oleh pengembang aplikasi (Bohr & Memarzadeh 2020).

2.4. ChatGPT dan Gemini sebagai Model AI dalam Diagnosis

2.4.1. Definisi ChatGPT dan Gemini

ChatGPT adalah contoh model *Large Language Model* (LLM) generatif berbasis *transformer* yang dirancang untuk memahami dan menghasilkan teks kontekstual dari input bahasa alami. Model ini telah banyak diteliti dalam konteks medis dan pendidikan, termasuk kemampuannya untuk menjawab pertanyaan diagnosis dan rekomendasi tindakan klinis (Dastani, Mardaneh & Rostamian, 2025).

Gemini adalah model AI generatif lain yang juga berbasis LLM tetapi sering dilabeli sebagai *multimodal large language model*, artinya memiliki kemampuan untuk memproses input lebih dari satu jenis data (misalnya teks dan kemudian juga gambar atau data lain) dalam satu kerangka. Model semacam ini merupakan evolusi dari LLM yang hanya berbasis teks menuju sistem yang dapat memahami konteks visual dan teks secara bersamaan (Buess *et al.* 2025).

2.4.2. Jenis Model LLM dan Multimodal AI

LLM seperti ChatGPT telah digunakan secara meluas dalam berbagai domain karena kemampuannya menghasilkan respons berbasis konteks bahasa manusia. ChatGPT telah diuji di banyak studi untuk menjawab pertanyaan medis dan edukasi, serta sering menunjukkan performa yang kompetitif dibandingkan model lain dalam tugas berbasis teks (Dastani, Mardaneh & Rostamian, 2025).

Sementara itu, model *multimodal* seperti Gemini dikembangkan untuk memproses tidak hanya teks tetapi juga data visual, sehingga memungkinkan

pemanfaatan yang lebih luas dalam tugas yang melibatkan citra dan teks secara bersamaan. Pengembangan AI *multimodal* ini mengindikasikan arah evolusi teknologi AI yang semakin terintegrasi dengan kemampuan visual, teks, dan struktur data lainnya (Buess *et al.* 2025).

2.4.3. Kemampuan Analisis Visual dan Bahasa

Para peneliti menunjukkan bahwa kemampuan *multimodal* AI telah berkembang sehingga mampu menangani input teks dan citra secara lebih bersinergi, yang sangat relevan untuk aplikasi medis seperti diagnosis citra atau evaluasi visual lainnya. Perpindahan dari model LLM *monomodality* berbasis teks terhadap model *multimodal* membuka peluang aplikasi baru di bidang diagnosis berbasis citra (Buess *et al.* 2025).

Beberapa penelitian membandingkan kemampuan model-model AI dalam tugas medis, termasuk menjawab pertanyaan medis kompleks, menunjukkan bahwa model-model tersebut mampu memberikan jawaban yang cukup akurat dalam konteks diagnosis tertentu. Namun, hasil ini masih bergantung pada jenis input, domain pengetahuan, serta keakuratan data latih yang dipakai oleh model AI tersebut (Dastani, Mardaneh & Rostamian, 2025).

2.4.4. Peran ChatGPT dan Gemini sebagai Alat Bantu Diagnosis

ChatGPT dan Gemini dalam praktik medis atau edukasi cenderung berperan sebagai alat bantu (*decision support system*), bukan sebagai pengganti tenaga medis profesional. Model-model ini dapat menyediakan respons awal, informasi diagnostik, atau interpretasi data berdasarkan input yang diberikan, namun hasil tersebut tetap perlu divalidasi oleh manusia.

Misalnya dalam studi evaluasi LLM untuk pertanyaan medis seputar tuberkulosis, baik ChatGPT maupun Gemini menunjukkan kemampuan yang baik dalam memberikan respons diagnostik, namun sebagian aspek performa bervariasi yang menunjukkan bahwa AI perlu didukung oleh konteks pengetahuan klinis manusia (Dastani, Mardaneh & Rostamian, 2025).

2.4.5. Potensi dan Manfaat ChatGPT dan Gemini dalam Konteks Klinis

Potensi pemanfaatan ChatGPT dan Gemini di bidang kesehatan mencakup:

- a. Dukungan awal dalam menjawab pertanyaan diagnostik atau edukatif berbasis teks.
- b. Penyediaan referensi cepat terhadap pertanyaan medis umum.
- c. Potensi integrasi dalam pelatihan pendidikan medis sebagai alat bantu belajar.

Studi lain juga menunjukkan bahwa LLM dapat dimanfaatkan dalam tugas evaluasi medis berbasis teks atau soal, dan digunakan sebagai alat bantu bagi mahasiswa maupun profesional untuk melatih pemahaman mereka terhadap materi klinis (Tran, Le & Phan, 2025).

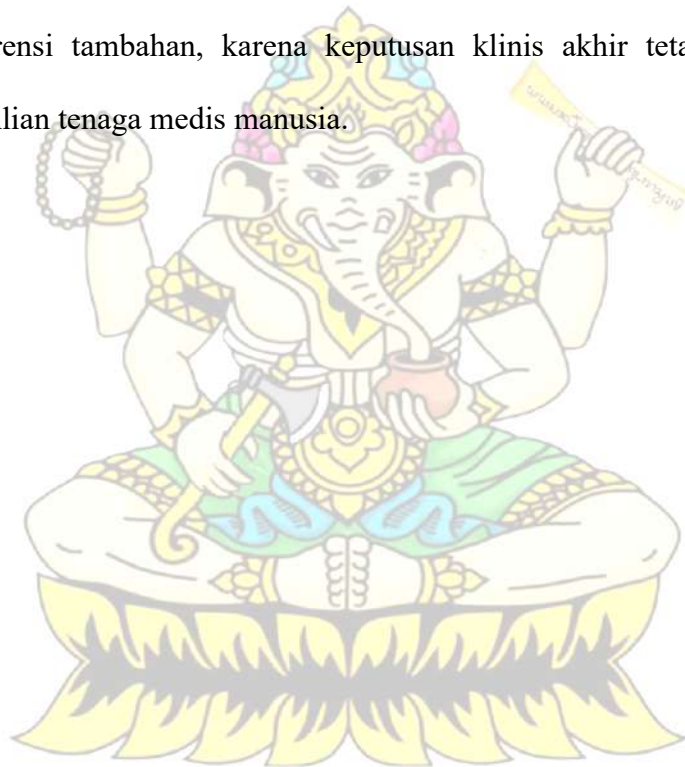
2.4.6. Keterbatasan ChatGPT dan Gemini

Meskipun memiliki potensi besar, kedua model ini juga memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan:

- a. Variasi akurasi tergantung konteks dan domain spesifik. Misalnya, studi komparatif menunjukkan bahwa akurasi kedua model dapat berbeda secara signifikan terhadap jenis tugas tertentu seperti pertanyaan medis

spesifik dan lebih rendah dibandingkan performa praktisi manusia dalam domain kompleks tertentu.

- b. Kebutuhan validasi domain-spesifik: Model AI sering kali dioptimalkan untuk pengetahuan umum sehingga performanya di tugas klinis khusus masih terbatas tanpa pelatihan tambahan.
- c. Tidak menggantikan profesional: Hasil AI harus dipandang sebagai referensi tambahan, karena keputusan klinis akhir tetap memerlukan keahlian tenaga medis manusia.



UNMAS DENPASAR