

BAB 1

BUSINESS UNDERSTANDING

1.1 Latar Belakang Proyek

Temporomandibular Joint Disc Displacement (TMD) merupakan gangguan kompleks yang mempengaruhi fungsi rahang dan dapat mengakibatkan nyeri, keterbatasan gerakan, hingga gangguan kualitas hidup. Identifikasi struktur anatomi seperti *mandibular condyle* melalui pencitraan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menjadi sangat penting dalam diagnosis TMD. MRI diakui sebagai gold standard karena kemampuannya menggambarkan jaringan lunak seperti diskus artikular dengan jelas (Tanrıseven dan Gökalp, 2024). Namun, proses interpretasi citra MRI pada sendi temporomandibular memerlukan keahlian klinis yang tinggi, karena dokter harus mengevaluasi secara menyeluruh dislokasi diskus, efusi sendi, inflamasi kronis, serta struktur mikro jaringan lunak seperti kondilus dan tulang temporal. Kompleksitas anatomi TMJ dan kualitas kontras MRI yang rendah membuat batas antar struktur sulit diidentifikasi secara akurat, khususnya untuk diskus dan kondilus, sehingga rentan terhadap variasi antar-pemeriksa (Yoon *et al.*, 2024). Selain itu, studi menunjukkan bahwa akurasi diagnostik MRI untuk deteksi perforasi diskus TMJ masih terbatas, dengan variabilitas hasil antar-peneliti yang signifikan dan tantangan dalam interpretasi citra sekuensial MRI (Kim *et al.*, 2021).

Dalam konteks pendidikan kedokteran gigi, pendekatan konvensional dalam interpretasi citra radiografi sering kali tidak cukup memadai untuk membekali mahasiswa dengan kemampuan analisis klinis yang mandiri. Menurut (Kenana, 2024), sistem pembelajaran berbasis *Deep learning* dapat digunakan untuk mengembangkan simulasi pelatihan lanjutan yang memungkinkan mahasiswa mempraktikkan prosedur secara virtual, dievaluasi secara otomatis, dan menerima umpan balik terarah untuk meningkatkan keterampilan mereka. Sejalan dengan hal tersebut, (Thurzo *et al.*, 2023) menegaskan bahwa performa belajar mahasiswa meningkat secara signifikan ketika menggunakan sumber belajar berbasis visual interaktif dan 3D yang didukung AI, terutama dalam pemahaman spasial struktur maksilofasial, dibandingkan dengan model anatomi tradisional yang statis. Menambahkan perspektif ini, (Vashisht *et al.*, 2024) menjelaskan bahwa kurikulum kedokteran gigi dapat ditingkatkan melalui integrasi teknologi seperti AI-powered image analysis and interpretation, yang meningkatkan pemahaman

mahasiswa terhadap citra radiografi dan mengurangi ketergantungan pada metode pengajaran konvensional.

Perkembangan teknologi *Deep learning* telah membawa revolusi dalam analisis citra medis. Teknik *Instance segmentation* yang memungkinkan pengenalan serta pelabelan objek individual dalam gambar sangat cocok untuk tugas segmentasi anatomis seperti kondilus mandibula. Dengan menggunakan arsitektur seperti U-Net, Mask R-CNN, hingga model hibrida seperti TransUNet, sistem ini mampu secara otomatis mengidentifikasi struktur *temporomandibular joint* (TMJ) dalam citra MRI. (Azma *et al.*, 2025) menyatakan bahwa penerapan *Instance segmentation* untuk analisis TMJ tidak hanya meningkatkan akurasi segmentasi kondilus, tetapi juga berkontribusi dalam klasifikasi tingkat keparahan dislokasi diskus dengan akurasi lebih dari 88% pada citra sagittal T2-weighted MRI. Temuan serupa dikemukakan oleh (Almășan *et al.*, 2024), yang menunjukkan bahwa sistem berbasis AI mampu mendeteksi TMJ internal derangement dengan akurasi setara atau lebih baik dibandingkan interpretasi manual oleh radiolog ahli. Ini membuktikan bahwa AI dapat mengurangi ketergantungan pada pemeriksa manusia dalam kondisi diagnosis yang kompleks seperti TMJDD.

Salah satu kontribusi penting dalam bidang ini datang dari (Isaieva *et al.*, 2025), yang berhasil mengembangkan algoritma berbasis U-Net untuk mengekstraksi trajektori 3D kondilus dari citra MRI *Real-time*. Penelitian tersebut mencatat nilai Dice coefficient sebesar 0.84 untuk bidang aksial dan 0.89 untuk bidang sagittal, yang menunjukkan kualitas segmentasi yang sangat baik bahkan dalam kondisi dinamis. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan otomatis tidak hanya cocok untuk segmentasi statis, tetapi juga untuk analisis gerakan fisiologis mandibula selama proses membuka dan menutup mulut. Dengan menggabungkan segmentasi otomatis dan analisis kinematik, AI memungkinkan evaluasi fungsional TMJ secara lebih komprehensif. Oleh karena itu, penerapan AI dalam segmentasi citra TMJ tidak hanya mempercepat proses diagnosis, tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan sistem evaluasi berbasis data yang lebih objektif dan presisi.

Kesimpulannya, penelitian menunjukkan bahwa pencitraan MRI merupakan standar emas dalam diagnosis TMJ Disorder, tetapi proses interpretasi gambar MRI memerlukan keahlian tinggi dan sering kali memakan waktu lama (Yoon *et al.*, 2024). *Deep learning* berbasis segmentasi citra medis telah terbukti mampu membantu dalam mengidentifikasi

struktur TMJ dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode manual (Isaieva *et al.*, 2025). Dengan demikian, penggunaan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam analisis MRI dapat meningkatkan efisiensi diagnosis dan meminimalkan kesalahan manusia.

Masalah ini penting karena keterlambatan atau kesalahan dalam mengidentifikasi posisi condyle dapat berdampak pada diagnosis dan pengobatan pasien dengan gangguan TMJ. Jika kondisi ini tidak terdeteksi secara dini, pasien dapat mengalami gejala seperti nyeri rahang, kesulitan mengunyah, hingga gangguan fungsional pada sendi rahang (Xu *et al.*, 2023). Dengan demikian diperlukan sistem yang dapat membantu tenaga medis dalam mengotomatisasi identifikasi posisi condyle untuk meningkatkan akurasi diagnosis TMJDD.

1.2 Tujuan Proyek

Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan solusi berbasis *Artificial Intelligence* guna mendukung proses diagnosis gangguan sendi temporomandibular, khususnya dalam mendeteksi dislokasi diskus melalui citra MRI. Dengan memanfaatkan pendekatan *Instance segmentation* berbasis *Deep learning*, sistem yang dirancang diharapkan mampu mengidentifikasi struktur penting seperti kondilus mandibula secara otomatis dan akurat. Selain memberikan manfaat dalam praktik klinis, sistem ini juga dirancang untuk menunjang pembelajaran mahasiswa kedokteran gigi dalam memahami anatomi dan patologi TMJ secara lebih interaktif dan objektif.

Secara khusus, proyek ini memiliki lima tujuan utama sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem *Deep learning* berbasis *Instance segmentation* yang mampu mendeteksi dan menandai posisi kondilus mandibula secara otomatis dalam citra MRI TMJ.
2. Meningkatkan akurasi dan konsistensi diagnosis gangguan TMJ, khususnya dislokasi diskus, dengan mengurangi ketergantungan pada interpretasi manual yang bersifat subjektif.
3. Mempercepat waktu interpretasi citra MRI oleh tenaga medis dengan mengotomatisasi proses identifikasi struktur TMJ, sehingga mendukung efisiensi kerja klinis.
4. Menyediakan platform pembelajaran interaktif berbasis AI bagi mahasiswa kedokteran gigi di International Islamic University Malaysia

(IIUM), guna meningkatkan pemahaman mereka terhadap anatomi dan patofisiologi TMJ.

1.3 Ruang Lingkup Proyek

Proyek ini difokuskan pada pengembangan sistem AI berbasis *Instance segmentation* untuk mengidentifikasi posisi kondilus mandibula secara otomatis pada citra MRI, dalam rangka mendukung diagnosis gangguan TMJDD. Ruang lingkup proyek mencakup seluruh proses mulai dari pengumpulan dan pengolahan dataset MRI TMJ yang diperoleh dari SASMEC @IIUM, proses anotasi manual oleh ahli radiologi dalam format COCO JSON dan VGG JSON, hingga pelatihan model *Deep learning* dengan arsitektur segmentasi citra seperti Mask R-CNN, Cascade Mask R-CNN, HTC, Mask2Formers, Solov2. Selain pengembangan model, proyek ini juga melibatkan evaluasi kinerja sistem menggunakan metrik objektif seperti DSC, IoU, Akurasi.

Namun, terdapat beberapa batasan yang menjadi ruang lingkup teknis dari proyek ini. Segmentasi hanya difokuskan pada struktur kondilus mandibula dan belum mencakup diskus artikular secara langsung. Dataset terbatas pada 360 citra MRI bilateral dari 260 pasien dewasa berusia di atas 18 tahun yang dikumpulkan dari satu institusi, yaitu SASMEC @IIUM, tanpa variasi protokol pencitraan atau perangkat MRI antar institusi.

Delimitasi proyek ini mencakup batasan-batasan penting yang membedakannya dari sistem diagnosis medis penuh. Sistem yang dikembangkan tidak dirancang untuk memberikan diagnosis akhir terhadap gangguan TMJDD, melainkan berfungsi sebagai alat bantu visualisasi yang secara otomatis mendeteksi dan menandai posisi kondilus mandibula dalam citra MRI. Tujuan utama sistem ini adalah untuk mendukung proses penilaian klinis oleh tenaga medis dan meningkatkan efektivitas pembelajaran mahasiswa dalam memahami anatomi TMJ. Selain itu, proyek ini belum mencakup uji klinis lapangan atau implementasi di lingkungan praktik medis secara langsung. Implementasi sistem masih terbatas pada skala penelitian dan lingkungan akademik untuk pengujian dan pengembangan awal. Proyek ini juga tidak mencakup identifikasi atau klasifikasi patologi lain pada sendi TMJ seperti osteoarthritis, ankylosis, atau tumor, yang membutuhkan pengembangan lebih lanjut di tahap berikutnya.

1.4 Stakeholders

Pemangku kepentingan utama dalam proyek ini adalah tenaga medis, khususnya dokter spesialis radiologi dan dokter gigi klinis yang terlibat dalam diagnosis gangguan sendi

temporomandibular (TMJ). Mereka merupakan pengguna langsung dari sistem yang dikembangkan, yang dirancang untuk mengotomatisasi identifikasi posisi kondilus mandibula dalam citra MRI guna mempercepat proses interpretasi, meningkatkan akurasi diagnostik, dan mengurangi ketergantungan pada penilaian manual yang rawan kesalahan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alat bantu yang efektif dalam pengambilan keputusan klinis, terutama dalam kasus dislokasi diskus TMJ yang sering kali sulit dikenali secara visual pada tahapan awal.

Selain tenaga medis, proyek ini juga melibatkan mahasiswa kedokteran gigi sebagai kelompok pengguna dalam konteks pendidikan. Sistem berbasis AI ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran visual yang interaktif untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap struktur anatomi dan kondisi patologis TMJ. Dosen dan instruktur klinik juga termasuk pemangku kepentingan penting karena mereka dapat memanfaatkan sistem ini sebagai sarana penilaian dan pelatihan interpretasi radiografik berbasis kasus nyata. Di samping itu, peneliti dan pengembang AI medis memiliki kepentingan dalam pengembangan lanjutan dan potensi integrasi sistem ini ke dalam solusi diagnostik berbasis data yang lebih luas. Terakhir, lembaga pengatur dan etik seperti Komite Etik Penelitian IIUM (IREC) dan pengelola data dari SASMEC @IIUM memiliki peran dalam menjamin kepatuhan terhadap regulasi, keamanan data, dan aspek etis dalam pelaksanaan proyek ini. Dengan keterlibatan berbagai pihak tersebut, proyek ini diharapkan mampu memberikan dampak nyata di bidang klinis dan akademik.

1.5 Rencana Pelaksanaan Proyek

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Juli 2025. Penelitian dilakukan di Lab *Artificial Intelligence*, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Yarsi. Proyek ini memiliki beberapa tahapan untuk mencapai tujuan. Adapun tahapannya sebagai berikut:

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Proyek

Waktu	Kegiatan
Februari 2025	Analisis kebutuhan dan design aplikasi
Februari 2025 – Maret 2025	Bussiness understanding
Maret 2025	Data understanding
Maret 2025 – April 2025	Data preparation
April 2025	Modeling
April 2025 – Mei 2025	Model evaluation and deployment
Juni 2025	Evaluasi tim dan hasil
Juni 2025 – Juli 2025	Dokumentasi

Dengan tahapan dan strategi mitigasi risiko yang dirancang, proyek ini diharapkan dapat berjalan lancar dan menghasilkan solusi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

1.6 Sudut Pandang Agama Islam dan Etika

Allah SWT berfirman dalam Surah Ar-Rahman ayat 33:

يَمْعَشِرَ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا
لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ ۝ ٣٣

“Wahai segenap jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya, kecuali dengan kekuatan (dari Allah)”. (QS: Ar-Rahman (55):33)

Ayat ini menunjukkan bahwa manusia diperintahkan untuk terus mencari ilmu dan berusaha menembus batasan pengetahuan melalui teknologi. Dalam konteks penelitian ini, pengembangan AI dalam segmentasi MRI adalah bentuk eksplorasi ilmu yang dapat membantu manusia memahami struktur anatomi dengan lebih baik serta mempercepat diagnosis TMJDD.

Teknologi seperti kecerdasan buatan hanyalah alat yang menggambarkan betapa luasnya potensi akal yang dianugerahkan oleh Allah kepada manusia. Dalam proyek ini, penggunaan AI untuk segmentasi MRI merupakan perwujudan konkret dari pemanfaatan akal dan ilmu pengetahuan dalam bidang medis, yang tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi, tetapi juga pengabdian terhadap nilai-nilai Islam melalui peningkatan kualitas hidup, khususnya dalam mendukung diagnosis gangguan sendi temporomandibular dengan lebih akurat dan efisien.

QS Al-Maidah Ayat 2:

... وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ

Artinya: *“... Tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa”* (QS: Al-Maidah (5):2)

Dalam kitab tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa “maknanya Allah ﷻ memerintahkan hamba-hamba-Nya yang beriman untuk senantiasa tolong menolong dalam berbuat kebaikan, itulah yang disebut dengan al-birru [kebajikan]; serta meninggalkan segala bentuk kemungkaran, dan itulah dinamakan dengan at-taqwa. Allah ﷻ melarang mereka tolong menolong dalam hal kebatilan, berbuat dosa dan mengerjakan hal-hal yang haram.”

Al-Quran surat An-Nahl ayat 90 yang berbunyi:

﴿إِنَّ اللَّهَ يَأْمُرُ بِالْعَدْلِ وَالْإِحْسَانِ وَإِيتَاءِ ذِي الْقُرْبَىٰ وَيَنْهَىٰ عَنِ الْفَحْشَاءِ وَالْمُنْكَرِ وَالْبَغْيِ يَعِظُكُمْ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ۙ ۙ﴾ ٩٠

Artinya: “Sesungguhnya Allah menyuruh berlaku adil, berbuat kebajikan, dan memberikan bantuan kepada kerabat. Dia (juga) melarang perbuatan keji, kemungkaran, dan permusuhan. Dia memberi pelajaran kepadamu agar kamu selalu ingat.” (QS: An-Nahl (16):90)

Ibnu Athiyyah dalam salah satu karyanya yang berjudul Al-Muharrar al-Wajiz berkata bahwasanya “Petunjuk pertama adalah perintah untuk berlaku adil dan berbuat kebajikan. Allah ﷻ menyatakan, Sesungguhnya Allah ﷻ selalu menyuruh semua hamba-Nya untuk berlaku adil dalam ucapan, sikap, tindakan, dan perbuatan mereka, baik kepada diri sendiri maupun orang lain, ...”.

Tafsir ini menunjukkan bahwa keadilan dan kebaikan harus menjadi dasar dalam setiap usaha manusia, termasuk dalam pengembangan teknologi. Dalam konteks penelitian ini, AI untuk segmentasi MRI condyle dirancang untuk membantu diagnosis yang lebih cepat dan akurat, sehingga memberikan manfaat nyata bagi pasien dan tenaga medis. Ini sejalan dengan prinsip Islam untuk menghadirkan keadilan dan kemaslahatan melalui ilmu pengetahuan, serta menghindari penyalahgunaan teknologi.

Al-Mujadilah · Ayat 11

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانْشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

“Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, “Berdirilah,” (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.” (QS: Al-Mujadilah (58):11)

Ayat ini menegaskan bahwa ilmu pengetahuan memiliki kedudukan tinggi dalam Islam. Mengembangkan AI untuk segmentasi gigi dalam dunia kedokteran gigi adalah bagian dari mengembangkan ilmu yang bermanfaat bagi manusia.

Ilmu yang bermanfaat mengangkat derajat di sisi Allah dan memberi maslahat bagi umat. Pengembangan AI untuk segmentasi condyle membantu pendidikan dan diagnosis medis. Ini merupakan wujud nyata pengamalan ilmu dalam Islam.

Al-Baqarah Ayat 31:

وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ

“Dia mengajarkan kepada Adam nama-nama (benda) seluruhnya, kemudian Dia memperlihatkan kepada para malaikat, seraya berfirman, “Sebutkan kepada-Ku nama-nama (benda) ini jika kamu benar!” (QS: Al-Baqarah (2):31)

Ini menunjukkan bahwa Allah menganugerahkan kepada manusia kemampuan untuk mengenal, memahami, dan menamai berbagai hal, termasuk mengembangkan teknologi seperti AI. Segmentasi gigi menggunakan AI adalah penerapan dari pengetahuan yang telah dianugerahkan.

Ayat ini menegaskan bahwa Allah telah menganugerahkan kepada manusia kemampuan untuk mengenal, memahami, dan menamai berbagai hal—sebuah dasar dari ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemampuan ini menjadi fondasi bagi pengembangan kecerdasan buatan, termasuk dalam bidang kedokteran. Segmentasi condyle menggunakan AI merupakan salah satu bentuk nyata dari pemanfaatan ilmu tersebut, di mana manusia menggunakan anugerah akal dan pengetahuan untuk meningkatkan diagnosis dan pemahaman anatomi medis. Ini sekaligus menjadi bentuk tanggung jawab manusia dalam mengelola ilmu secara bijak untuk memberi manfaat luas bagi kehidupan.

Dalam menyelesaikan laporan ini, kami mengambil inspirasi dari sabda Rasulullah ﷺ yang diriwayatkan oleh Imam Muslim no. 2699:

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim, no. 2699)

Hadis ini mengingatkan kami akan keutamaan menuntut ilmu, baik ilmu agama maupun ilmu pengetahuan yang bermanfaat untuk umat manusia. Dalam konteks proyek akhir ini, kami menempuh jalan ilmu di bidang teknologi informasi dan kedokteran dengan mengembangkan sistem AI berbasis *Deep learning* untuk segmentasi otomatis condyle mandibula pada citra MRI TMJ. Proyek ini bukan hanya sekadar pengembangan teknologi, tetapi juga bagian dari usaha untuk memberikan manfaat bagi dunia medis, khususnya dalam mendukung deteksi dini gangguan sendi temporomandibular (TMJDD) yang berdampak pada kualitas hidup pasien.

Melalui usaha belajar, penelitian, dan pengembangan model yang teliti, kami berharap dapat memberikan kontribusi yang tidak hanya bermanfaat secara akademis, tetapi juga menjadi amal kebaikan yang diridhai oleh Allah ﷻ. Semoga setiap langkah kecil dalam proses menuntut ilmu ini, baik dalam memahami teori, menyiapkan data, mengembangkan model, hingga menuliskan laporan akhir ini, menjadi bagian dari jalan menuju keberkahan dan surga.

Kemudian ada sabda Rasulullah ﷺ yang diriwayatkan oleh Imam Muslim no. 1631:

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثَةٍ مِنْ صَدَقَةٍ جَارِيَةٍ وَعِلْمٍ يُنْتَفَعُ بِهِ وَوَلَدٍ صَالِحٍ يَدْعُو لَهُ

“Jika seseorang meninggal dunia, maka terputuslah amalannya kecuali tiga perkara (yaitu): sedekah jariyah, ilmu yang dimanfaatkan, atau do’a anak yang sholeh” (HR. Muslim no. 1631)

Hadis ini menegaskan bahwa ilmu yang bermanfaat akan menjadi amal jariyah yang terus mengalir pahalanya meski kita telah tiada. Oleh karena itu, proyek ini bukan hanya tentang pencapaian akademis semata, tetapi juga sebagai upaya meninggalkan warisan ilmu yang bermanfaat bagi generasi berikutnya, baik untuk pengembangan teknologi maupun untuk kemajuan bidang kesehatan.

Dalam hadistnya nabi Muhammad ﷺ bersabda:

... وَمَنْ يَسِّرْ عَلَى مُعْسِرٍ يَسِّرَ اللَّهُ عَلَيْهِ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ،

"Barangsiapa yang meringankan orang yang kesusahan (dalam hutangnya), niscaya Allah akan meringankan baginya (urusannya) di dunia dan akhirat. ..." (Hadits Riwayat muslim dengan lafadz ini, Al-Arba'in An-Nawawiyah, Hadist ke-36)

Syaikh Ibnu ‘Utsaimin dalam kitab Syarh Al-Arba'in An-Nawawiyah mengatakan bahwasannya kalimat “niscaya Allah ﷻ akan meringankan baginya (urusannya) di dunia dan akhirat.” ini mencakup kemudahan dalam rezeki, kemudahan dalam berbuat kebaikan, kemudahan dalam belajar dan mengajar, serta berbagai kemudahan lainnya. Balasan yang diberikan adalah kemudahan dalam segala aspek kehidupan.

Hadis ini menunjukkan bahwa siapa pun yang memudahkan urusan orang lain akan diberi kemudahan oleh Allah dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam belajar dan mengajar. Dalam konteks penelitian ini, pengembangan AI untuk segmentasi condyle bertujuan memudahkan mahasiswa dan tenaga medis dalam memahami struktur

anatomi serta mempercepat diagnosis. Dengan demikian, proyek ini sejalan dengan nilai Islam yang menekankan pentingnya memberi kemudahan dan manfaat bagi sesama.

Hadits nabi yang berbunyi:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ

Artinya: *"Setiap penyakit ada obatnya. Apabila obat tersebut sesuai dengan penyakitnya, maka ia akan sembuh dengan izin Allah."* (HR. Muslim, no. 2204)

Hadis yang disebutkan mengandung arti penting bahwa setiap penyakit memiliki cara pengobatan, dan jika pengobatan tersebut sesuai dengan jenis serta keadaan penyakitnya, maka kesembuhan bisa dicapai dengan izin Tuhan. Pesan ini menekankan perlunya pengobatan yang spesifik dan tepat, bukan hanya sebatas generalisasi.

Hadis ini menekankan pentingnya ketepatan dalam diagnosis dan pengobatan. Dalam konteks penelitian ini, segmentasi condyle menggunakan AI membantu menghasilkan analisis yang lebih spesifik dan akurat, sehingga mendukung penentuan pengobatan yang tepat. Ini sejalan dengan ajaran Islam bahwa setiap penyakit memiliki solusinya, dan teknologi dapat menjadi sarana untuk mencapainya dengan izin Allah.

Hadis selanjutnya:

مَنْ دَعَا إِلَى هُدًى كَانَ لَهُ مِنَ الْأَجْرِ مِثْلُ أُجُورِ مَنْ تَبِعَهُ لَا يَنْقُصُ ذَلِكَ مِنْ أُجُورِهِمْ شَيْئًا

Artinya: *"Barang siapa yang menunjukkan kepada petunjuk, maka ia akan mendapatkan pahala seperti pahala orang yang mengikutinya, tanpa mengurangi pahala mereka sedikit pun."* (HR. Muslim, no. 2674)

Hadis ini mengajarkan bahwa menyebarkan ilmu atau petunjuk kepada kebaikan akan mendatangkan pahala berlipat ganda, karena setiap orang yang mengambil manfaat dari ilmu tersebut, pahalanya juga akan mengalir kepada yang menyebarkannya. Ini sangat relevan dalam konteks proyek ilmiah dan teknologi yang ditujukan untuk memberikan manfaat jangka panjang bagi umat manusia.