

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Gigi adalah salah satu struktur berklasifikasi dan keras yang terdapat di dalam mulut manusia dan hewan vertebrata. Strukturnya yang bervariasi memungkinkan gigi melakukan banyak fungsi. Fungsi utama dari gigi adalah untuk merobek dan mengunyah makanan. Pada beberapa hewan terutama karnivora, gigi juga berfungsi sebagai senjata untuk membunuh mangsa. Akar gigi tertutup oleh gusi. Gigi memiliki struktur pelindung yang disebut email gigi yang berfungsi untuk membantu mencegah terbentuknya lubang pada gigi. Pulpa dalam gigi dapat ditemukan di pusat dan inti gigi, sedangkan dentin merupakan lapisan yang terletak di bawah email [1].

Pulpa adalah jaringan ikat yang mengandung komponen jaringan seperti substansi inter selular, cairan jaringan, sel-sel tertentu, limfatik, pembuluh darah, saraf, *odontoblast*, *fibroblast*, dan komponen sel lainnya. Secara embriologis, jaringan pulpa terbentuk dari *central cells*-nya *dental papilla* yang membuat jaringan pulpa menyerupai jaringan dentin. Pulpa memiliki fungsi sebagai *formative, sensory, nutritive dan protective*. Pulpa terlibat dalam menjaga, mendukung dan pembentukan lanjutan dari dentin dikarenakan *inner layer* dari badan sel *odontoblast* masih terdapat di sepanjang luar pulpa. Fungsi pulpa sebagai sensorik dikarenakan adanya asosiasi badan sel dengan *afferent axon* dalam tubulus dentin yang berlokasi di lapisan *odontoblast* yang memberikan stimulus rangsang sakit saat berkontak dengan perubahan suhu, vibrasi dan bahan kimia [2].

Pulpitis adalah inflamasi pulpa yang ringan hingga sedang disebabkan oleh rangsang *noksius*. Namun apabila penyebab radang dihilangkan maka pulpa akan kembali normal. Faktor-faktor yang menyebabkan pulpitis adalah erosi servikal, stimulus ringan contohnya karies insipien, atrisi oklusal, kesalahan dalam prosedur operatif, kuretase periodontium yang dalam dan fraktur email yang menyebabkan tubulus dentin terbuka. Gejala-gejala pulpitis diantaranya rasa sakit hilang saat stimulus dihilangkan (nyeri tajam dan berlangsung sesaat) [3].

Sakit gigi bisa sangat mengganggu aktivitas seseorang. Ketika seseorang mengalami sakit gigi mereka mungkin sulit untuk berkonsentrasi, berbicara atau bahkan makan dengan nyaman. Ini dapat menghambat kemampuan mereka untuk melaksanakan tugas sehari-hari dengan efisien dan optimal. Ketidakfokusan akibat sakit gigi dapat memiliki dampak serius

terutama dalam situasi di mana suatu aktivitas yang membutuhkan konsentrasi sangat dibutuhkan.



Gambar 1.1 Ilustrasi Gigi Penderita Pulpitis Terdapat Atrisi Dan *White Spot*



Gambar 1.2 Ilustrasi Gigi Sehat

Gejala utama pulpitis adalah rasa nyeri [4]. Pada pulpitis dikarakteristikan adanya hipersensitif terhadap suhu maupun stimulasi kimia [5]. Gejala awal Pulpitis adalah ditandai dengan munculnya atrisi dan *white spot* pada gigi yang dimana jika tidak dideteksi secara dini dapat menyebabkan kerusakan gigi yang parah atau dengan kata lain pulpitis irreversibel.

Capstone Design ini bertujuan untuk mendeteksi perbedaan suara ketukan gigi yang menderita penyakit pulpitis dengan yang tidak.

Secara patofisiologi, pulpitis dibagi menjadi pulpitis reversibel dan pulpitis ireversibel [6]. Pulpitis adalah kondisi inflamasi ringan sampai sedang pada pulpa yang disebabkan oleh rangsangan berbahaya dimana pulpa sudah kembali normal setelah menghilangkan rangsangannya [7].

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Penyakit pulpa awalnya terdiagnosis dengan keluhan gigi berlubang akibat karies gigi yang disebabkan bakteri atau fraktur gigi. Pasien seringkali datang ke dokter gigi setelah kelainan tersebut berlanjut. Keluhan gigi berlubang akibat karies maupun fraktur gigi yang tidak ditangani segera akan menyebabkan bakteri masuk ke dalam pulpa. Penyakit pulpa juga dapat disebabkan oleh trauma akibat benturan benda keras, panas yang berasal dari preparasi kavitas dan efek toksik dari bahan restorasi itu sendiri. Karies gigi dapat menyebabkan rasa sakit bila terkena makanan atau minuman dingin atau manis. Hal ini menjadi salah satu indikasi terjadinya pulpitis yang apabila dibiarkan tidak dirawat dapat berlanjut menjadi pulpitis ireversibel. Karies gigi yang dibiarkan saja hingga mencapai pulpa dapat menyebabkan perawatan yang lebih lama dan kompleks. Penyakit pulpa atau pulpitis atau inflamasi pulpa mempunyai gejala dan reaksi yang berbeda-beda untuk setiap individu. Reaksi yang dihasilkan tidak saja tergantung pada derajat iritasi pulpa, tetapi juga pada susunan individual pulpa dan resistensi jaringan pulpa terhadap inflamasi [8].

Berdasarkan data dari *International Air Transport Association* (IATA), sekitar 10% kecelakaan penerbangan komersial antara tahun 2005-2020 disebabkan oleh faktor manusia, termasuk kehilangan kesadaran atau kesalahan pilot [9].

Menurut laporan dari *Aviation Safety Network*, kecelakaan yang melibatkan *G-force blackout* pada pilot pesawat tempur telah menyebabkan beberapa insiden serius. Misalnya, dalam insiden tahun 2016, seorang pilot F-16 mengalami *G-force blackout* dan pesawatnya jatuh di Arizona, Amerika Serikat [10].

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Ekonomi

Seseorang dapat mendeteksi penyakit pulpitis dengan datang langsung ke dokter gigi, tetapi akan ada biaya yang dikeluarkan dari segi biaya transportasi maupun biaya pemeriksaan.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas

Secara manufaktur, alat pendeteksi penyakit pulpitis akan mudah untuk diproduksi, karena hanya berbasis aplikasi web yang *dicompile* melalui laptop.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan

Dengan alat ini, diharapkan proses deteksi penyakit pulpitis akan lebih mudah diperbaharui fungsinya sesuai keinginan peneliti berikutnya. Sehingga secara *sustainability* dapat digunakan dalam jangka panjang dan relevan di masa mendatang.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Dalam konteks deteksi penyakit pulpitis, terdapat kebutuhan utama yang harus dipenuhi untuk memastikan sistem bekerja dengan optimal dan dapat diandalkan.

1. Sistem harus memiliki aksesibilitas yang tinggi, memastikan kemudahan penggunaan di berbagai lokasi dan kondisi, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses alat atau aplikasi yang tersedia.
2. Aspek ekonomi harus diperhatikan, di mana biaya penggunaan sistem harus terjangkau oleh berbagai lapisan masyarakat.
3. Waktu komputasi menjadi faktor kritis, di mana sistem harus mampu memberikan hasil diagnosis dengan cepat untuk memungkinkan perawatan dini dan mengurangi dampak negatif penyakit.
4. Antarmuka yang *user-friendly* sangat penting agar alat atau aplikasi dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna tanpa latar belakang medis, yang dapat meningkatkan adopsi teknologi di masyarakat luas.

Selain itu, keakuratan deteksi harus tinggi untuk menghindari kesalahan diagnosis yang dapat mempengaruhi perawatan pasien. Implementasi sistem harus mencakup panduan penggunaan yang jelas dan detail untuk memastikan pengguna dapat mengoperasikan sistem dengan benar dan efektif. Dengan memenuhi kebutuhan-kebutuhan ini, sistem deteksi

penyakit pulpitis diharapkan dapat memberikan manfaat maksimal dalam mendukung diagnosis dan perawatan gigi yang tepat waktu dan akurat.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 Pengolahan Citra Radiograf Periapikal Pada Deteksi Pulpitis Menggunakan Metode *Watershed*

Metode *watershed* dikenal dapat memberikan segmentasi yang akurat pada gambar radiograf, memudahkan identifikasi dan analisis daerah-daerah yang terkena dampak kondisi pulpitis. Pendekatan ini dapat meningkatkan ketepatan diagnosis dan memberikan informasi yang lebih rinci kepada dokter gigi untuk perencanaan perawatan lebih lanjut. Namun, perlu diperhatikan bahwa implementasi metode ini mungkin memerlukan tindakan *x-ray* yang dapat memakan waktu yang lama dan biaya yang tidak murah. Selain itu, kelemahan potensial mencakup kompleksitas komputasional dan kebutuhan perangkat keras yang tinggi [11].

1.5.1.2 Pengolahan Sinyal Suara Pada Deteksi Penyakit Pulpitis Menggunakan *Machine Learning* CNN1D

Pendekatan pengolahan sinyal suara dengan *machine learning* CNN1D menonjolkan keunggulan dalam identifikasi pola dan karakteristik suara yang terkait dengan gejala penyakit pulpitis. Integrasi rekaman suara mempercepat proses diagnosis, memberikan respons yang cepat, dan memenuhi kebutuhan pada ranah kedokteran gigi. Teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dalam mendeteksi kondisi kesehatan gigi berupa penyakit pulpitis, memberikan solusi non-invasif, serta mempercepat pengambilan keputusan di situasi apapun. Dengan demikian, pendekatan ini memberikan kontribusi positif dalam pembaruan di bidang kedokteran gigi dengan menggabungkan kecerdasan buatan untuk memperbaiki layanan diagnosis.

1.5.1.3 Pengolahan Sinyal Suara Pada Deteksi Penyakit Pulpitis Menggunakan *Machine Learning* CNN2D

Pendekatan pengolahan sinyal suara dengan *machine learning* CNN2D memiliki beberapa tantangan yang perlu diperhatikan dalam identifikasi penyakit pulpitis. Meskipun CNN2D dapat menangkap pola visual dari representasi spektral suara, proses ini memerlukan konversi sinyal audio menjadi citra spektral, seperti *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC). Proses ini menambah kompleksitas dalam tahap *preprocessing*, yang dapat

memperlambat alur kerja dan membutuhkan daya komputasi yang lebih besar. Selain itu, analisis visual yang dilakukan oleh CNN2D mungkin tidak selalu mampu menangkap semua karakteristik penting dari sinyal suara asli, yang bisa mengakibatkan penurunan akurasi diagnosis. Meskipun pendekatan ini menawarkan potensi untuk mendeteksi penyakit pulpitis secara non-invasif, perlu dilakukan evaluasi yang hati-hati untuk memastikan bahwa peningkatan kompleksitas ini benar-benar sebanding dengan manfaatnya. Dalam situasi tertentu, solusi ini mungkin kurang optimal dibandingkan dengan metode yang lebih langsung dan efisien dalam konteks kedokteran gigi.

1.5.2 Skenario Penggunaan

1.5.2.1 Skema Pengolahan Citra Radiograf Periapikal Pada Deteksi Pulpitis Menggunakan Metode *Watershed*

Metode *watershed* untuk mendeteksi pulpitis pada gambar radiograf periapikal dimulai dengan input gambar radiograf. Kemudian, tahap *pre-processing* dilakukan untuk mengurangi suara dan meningkatkan kontras. Untuk menyoroti batas objek, langkah selanjutnya adalah membuat gradien gambar. Kemudian untuk memperjelas jarak, transformasi jarak digunakan. Untuk menandai area yang jelas dari pulpitis dan non-pulpitis, markers internal dan eksternal ditemukan. Untuk mengidentifikasi area yang mencurigakan sebagai pulpitis, algoritma *watershed* digunakan. Hasil segmentasi ini kemudian diproses lebih lanjut (*post-processing*) untuk memperhalus kontur dengan menggunakan morfologi matematik. Bentuk dan tekstur, misalnya, diambil dari area tersegmentasi dan digunakan untuk klasifikasi dan diagnosis. Pada akhirnya hasil diagnosis divalidasi dan dievaluasi untuk memastikan bahwa itu akurat dan dapat diandalkan.

1.5.2.2 Skema Pengolahan Sinyal Suara Pada Deteksi Penyakit Pulpitis Menggunakan *Machine Learning CNN1D*

Metode model *Convolutional Neural Network* (CNN) 1D digunakan untuk mendeteksi pulpitis melalui analisis sinyal suara mendeteksi pulpitis. Pengguna dapat merekam atau mengunggah suara yang berkaitan dengan gejala gigi pulpitis yang kemudian secara otomatis diproses oleh sistem. Tahap *preprocessing* akan dilakukan pada data audio yang diterima untuk menghilangkan *noise* dan mengekstraksi fitur-fitur penting seperti MFCC. Model CNN 1D yang telah dilatih sebelumnya akan menganalisis karakteristik ini untuk menemukan indikasi pulpitis. Hasil evaluasi akan ditampilkan dalam *format* visual yang mudah dipahami pengguna. *Frontend* sistem ini menggunakan HTML, CSS dan JavaScript untuk membuat

antarmuka yang interaktif dan ramah pengguna, sementara *backend* menggunakan Flask untuk membangun API dan menangani permintaan.

1.5.2.3 Skema Pengolahan Sinyal Suara Pada Deteksi Penyakit Pulpitis Menggunakan *Machine Learning* CNN2D

Pendekatan *Convolutional Neural Network* CNN2D diterapkan untuk mendeteksi pulpitis melalui analisis visual dari representasi spektral sinyal suara. Pengguna dapat merekam atau mengunggah suara yang terkait dengan gejala pulpitis, yang kemudian diproses secara otomatis oleh sistem. Data audio yang diterima akan melalui tahap *preprocessing*, di mana sinyal suara diubah menjadi citra spektral seperti *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) untuk mengekstraksi fitur utama. Model CNN2D yang telah dilatih sebelumnya kemudian menganalisis citra tersebut untuk mengidentifikasi indikasi pulpitis berdasarkan pola visual yang ada. Hasil analisis akan disajikan dalam format visual yang mudah dipahami oleh pengguna. Sistem ini memiliki antarmuka yang interaktif dan ramah pengguna, dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk *frontend*, serta Flask sebagai *backend* untuk membangun API dan menangani permintaan.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Gigi merupakan struktur keras di mulut manusia dan hewan vertebrata yang berguna untuk merobek dan mengunyah makanan dan berfungsi sebagai senjata untuk karnivora. Email gigi melindungi gigi untuk mencegah lubang dan memiliki pulpa di pusat, yang berfungsi sebagai pengembangan, sensasi, nutrisi dan perlindungan. Selain membantu menjaga dan membentuk dentin, pulpa menyebabkan sakit saat berinteraksi dengan perubahan suhu, vibrasi, dan bahan kimia. Pulpitis adalah inflamasi pulpa yang ringan hingga sedang yang dapat kembali normal jika penyebabnya dihilangkan. Ini biasanya disebabkan oleh erosi maupun atrisi [3].

Sakit gigi dapat mengganggu aktivitas sehari-hari, mengganggu fokus, berbicara, atau makan dengan nyaman. Selama pemeriksaan, dokter gigi dapat menemukan karies atau memeriksa vitalitas pulpa dengan cara mengetuk gigi atau menggunakan perangkat medis. Dengan menggunakan suara ketukan gigi sebagai alat pemeriksaan, *capstone design* kami bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan suara antara orang dengan gigi yang pulpitis dan orang dengan gigi yang sehat yang dikemas dalam *website* yang mudah dipahami.