

TUGAS AKHIR

**SISTEM DETEKSI OTOMATIS GIGI KARIES PADA CITRA
FOTOGRAFI MENGGUNAKAN METODE C-NN**



Oleh:

Jonathan Stanly 2024250003

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN REKAYASA
UNIVERSITAS MULTI DATA PALEMBANG
PALEMBANG
2024**

Fakultas Ilmu Komputer dan Rekayasa Universitas Multi Data Palembang

Program Studi Informatika
Tugas Akhir Sarjana Komputer
Semester Genap Tahun 2023/2024

SISTEM DETEKSI OTOMATIS GIGI KARIES PADA CITRA FOTOGRAFI MENGGUNAKAN METODE C-NN

Jonathan Stanly 2024250003

Abstrak

Kesehatan gigi dan mulut merupakan suatu kondisi dimana jaringan keras dan jaringan lunak yang terdapat dalam rongga mulut dalam keadaan sehat, bebas dari segala penyakit serta gangguan estetik atau penyebab dari mulut dan gigi tersebut adalah gigi karies. Gigi karies merupakan penyakit pada jaringan gigi yang diawali dengan terjadinya kerusakan jaringan yang dimulai dari permukaan gigi (Pit, Fissure, dan daerah interproximal), kemudian meluas kearah pulpa dan gigi merupakan stuktur keras yang ada di dalam mulut manusia yang sering mengkonsumsi makanan manis. Efek dari konsumsi makanan manis adalah berupa gigi berlubang sampai gigi karies. Dari hasil wawancara dengan masyarakat banyak yang tidak bisa membedakan gigi karies dan gigi berlubang. Maka dari itu penelitian yang dibuat ini bertujuan untuk membangun suatu sistem yang mampu mengenali apakah gigi tersebut karies atau tidak karies. Dataset yang digunakan terdiri dari 500 citra, masing-masing 250 citra untuk gigi karies dan tidak karies dengan pembagian 80% untuk data latih, 10% untuk data validation, dan 10% untuk data testing. Berdasarkan metode Convolutional Neural Network dengan arsitektur Vgg-16 yang menghasilkan hasil evaluasi berupa nilai akurasi sebesar 79%, Recall 75%, F1-Score 79% serta hasil dari SUS untuk kepuasan pengguna aplikasi sebesar 51%.

Kata kunci: Convolutional Neural Network, Gigi, Vgg-16, Web

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini dilakukan pembahasan kajian awal yang berisi latar belakang diadakannya penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang didapatkan dan ruang lingkup. Selain itu, pada bab ini akan dipaparkan mengenai sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini.

1.1 Latar Belakang Masalah

Kesehatan gigi dan mulut merupakan suatu kondisi dimana jaringan keras dan jaringan lunak yang terdapat dalam rongga mulut dalam keadaan sehat, bebas dari segala penyakit serta gangguan estetik (Sumadewi and Harkitasari, 2023) dan penyebab dari mulut dan gigi tersebut adalah Karies Gigi. Karies Gigi merupakan penyakit pada jaringan gigi yang diawali dengan terjadinya kerusakan jaringan yang dimulai dari permukaan gigi (Pit, Fissure, dan daerah interproximal), kemudian meluas kearah pulpa (Markus, Harapan and Raule, 2020) dan gigi merupakan struktur keras yang ada di dalam mulut manusia. Upaya pemeliharaan gigi salah satunya dengan melakukan deteksi dini karies gigi. Deteksi dini karies gigi perlu dilakukan untuk membatasi agar karies gigi tidak berlanjut menjadi parah (Saragih *et al.*, 2021).

Pada umumnya kebersihan mulut anak-anak tidak sebaik yang dimiliki oleh orang dewasa. Salah satu penyebabnya adalah kebiasaan jarang menggosok gigi sehingga sisa makanan serta bakteri dan kuman di mulut menempel dan juga

beresiko karies gigi. Anak-anak biasanya senang memakan makanan yang mengandung gula, namun apabila terlalu banyak mengkonsumsi makanan yang mengandung gula dan jarang membersihkannya, maka gigi pada anak akan mengalami karies (Nuraeni *et al.*, 2017).

Karies menjadi salah satu bukti tidak terawatnya kondisi gigi dan mulut masyarakat Indonesia. Penyebab karies gigi salah satunya karena sisa makanan yang menempel pada permukaan gigi. Upaya yang dapat dilakukan untuk membersihkan sisa makanan yang menempel pada permukaan gigi salah satunya dengan menggosok gigi dengan teknik yang benar dan waktu yang tepat. Namun menggosok gigi menggunakan teknik yang benar dan waktu yang tepat sering kali diabaikan oleh masyarakat, sering kali sisa makanan tidak terangkat dengan baik. Bahkan menggosok gigi dengan teknik yang salah dapat menyebabkan abrasi pada gigi sehingga menimbulkan karies (Marthinu and Bidjuni, 2020).

Menurut *World Health Organization* (WHO), secara global diperkirakan sebanyak 2 miliar orang mengalami karies pada gigi permanen dan 520 juta anak mengalami karies gigi desidui. Di negara berkembang, prevalensi karies gigi cenderung tinggi (Yelvita, 2022).

Berdasarkan hasil data dari Riset Kesehatan Dasar (Risikesdas) tahun (2018) menyebutkan bahwa proporsi terbesar masalah gigi di Indonesia adalah gigi rusak/berlubang/sakit (45,3%). Data risikesdas juga menunjukkan prevalensi karies gigi pada anak usia 3-4 tahun sebanyak 81,5%, pada usia 5-9 tahun sebanyak 92,6% dan pada usia 10-14 sebanyak 73,4%., pada usia 15-24 tahun sebanyak 75,3%, pada usia 25-34 tahun sebanyak 87,0%. Setengah dari 75 juta anak-anak di Indonesia

mengalami karies gigi dan jumlahnya semakin bertambah dari tahun ke tahun (Andriyani *et al.*, 2023).

Karies gigi, yang juga dikenal sebagai gigi berlubang, adalah salah satu masalah kesehatan gigi yang paling umum di seluruh dunia. Karies gigi dapat mengakibatkan kerusakan serius pada struktur gigi dan kesehatan mulut secara keseluruhan. Oleh karena itu, deteksi dini karies gigi memiliki peran vital dalam mencegah perkembangan lebih lanjut dari kondisi ini. Selama bertahun-tahun, para profesional medis dan peneliti telah berupaya mengembangkan metode yang efektif untuk deteksi karies gigi. Salah satu perkembangan yang menjanjikan adalah penggunaan teknologi pemrosesan citra, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN). *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra.

Pada kasus klasifikasi citra, *Multi Layer Perceptron* (MLP) kurang sesuai untuk digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik (Suartika E. P, I Wayan, Wijaya Arya Yudhi, 2016). Kebanyakan pendekatan CNN digunakan untuk deteksi, klasifikasi, dan segmentasi objek. Dengan menggunakan metode deep learning dengan model nnU-Net dan DenseNet121 untuk mendeteksi dan mengklasifikasi kondisi gigi karies (Guswandi & Hadi, 2019).

Setelah melakukan wawancara dengan beberapa dokter gigi seperti drg. Saqila Salfabila di Jl. Bendungan No.52, Sekip Jaya, Kec. Kemuning, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30114, drg. Leoni Susanti di Jl. Segaran No.249, 14 Ilir, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30111, drg. Silviana.I.Widjaja di Jl. Taman Siswa No.88 B, 20 Ilir D. I, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30126, drg. Rachmat Hidayat di Jl. Dr. M. Isa No.142, Duku, Kec. Ilir Tim. II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30114, dan drg. Atika Samy Kencana di Jl. Mayor Ruslan No.776D, 20 Ilir D. I, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30114, terungkap bahwa penyakit gigi karies sering kali berawal dari konsumsi makanan manis yang tidak diikuti dengan kebiasaan menjaga kebersihan gigi. Pasien sering datang ke klinik gigi dengan kondisi gigi yang sudah parah, menyebabkan kerusakan yang signifikan. Banyak dokter gigi mengandalkan rontgen untuk mendeteksi karies, karena tidak dapat terlihat secara kasat mata. Untuk mengatasi permasalahan ini, saya menciptakan sebuah aplikasi Sistem Deteksi Gigi Karies. Aplikasi ini dirancang untuk membantu dokter dan pasien dalam mendeteksi dini gejala gigi karies, memungkinkan tindakan pencegahan sebelum kerusakan menjadi parah. Dengan demikian, diharapkan aplikasi ini dapat mempercepat proses identifikasi dan penanganan masalah kesehatan gigi.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk menyelidiki efektivitas penggunaan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam sistem deteksi gigi karies dari citra fotografi. Dengan menggunakan teknologi canggih ini, diharapkan dapat mencapai tingkat keakuratan yang lebih tinggi dalam diagnosis karies gigi dan

mengurangi risiko perkembangan lebih lanjut dari kondisi ini. Selain itu, penelitian ini juga akan mempertimbangkan kendala dan tantangan yang mungkin muncul selama implementasi praktis metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam praktik klinis. Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat membantu meningkatkan perawatan gigi dan kesehatan mulut secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini, berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan adalah Bagaimana cara membuat aplikasi untuk mendeteksi apakah gigi itu karies atau tidak karies untuk meningkatkan prediksi gigi karies dengan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN).

1.3 Analisis terhadap Batasan

Dalam Tugas Akhir ini ditentukan ruang lingkup atau batasan masalah sebagai berikut:

1.3.1. Analisis terhadap Aspek Ekonomis

Dari sudut pandang pengembang di Perusahaan IT yang dilakukan wawancara di tempat perusahaan IT di Palembang yaitu *Smart Integrated System* sebagai Perusahaan Software, yang memberikan nilai harga aplikasi dari segi prototype dan kebutuhan serta manfaat dari aplikasi tersebut. dari hasil wawancara yaitu *Smart Integrated System* tersebut memberikan harga 4 juta-5 juta untuk sistem perangkat lunak deteksi gigi karies. Selain itu, informasi mengenai standar pembiayaan pengembangan perangkat lunak juga

akan menjadi bagian penting dari analisis ekonomis, membantu dalam menilai keberlanjutan dan potensi keuntungan dari tugas akhir ini.

Dari sudut pandang dokter, informasi yang digunakan untuk membangun analisis ini diperoleh melalui survei lapangan yang mencakup wawancara dengan pengguna potensial, terutama dari organisasi berbadan hukum. Survei ini akan dilakukan dengan melibatkan setidaknya lima organisasi yang mewakili beragam kelompok pengguna. Tujuan dari survei ini adalah untuk menggali persepsi pengguna terhadap nilai ekonomis dari sistem deteksi gigi karies dengan citra fotografi menggunakan metode CNN, termasuk aspek seperti penghematan biaya perawatan gigi dan kualitas layanan yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Tabel analisis pada Aspek Ekonomis

Aspek	Klinik Mitra	Drg. Leoni Susanti	Klinik AL-Syifa	Kim Dental & Implant center	Praktek drg.Silviana J.Widjaja
Menurut Ibu/Bapak, berapa harga system dan aplikasi ini apabila dijual dan dibeli oleh Perusahaan, Klinik, dan puskesmas yang membutuhkan?	Rp.100.000,00/ Bulan	Rp. 100.000,00-Rp. 200.000,00/Bulan	Rp. 200.000,00-Rp 250.000,00/Bulan	Rp. 100.000.00 - Rp 250.000.00/ Bulan	Rp. 150.000,00- Rp. 200.000,00/ Bulan

1.3.2. Analisis terhadap Aspek Manufakturabilitas

Pada aspek manufakturabilitas, analisis terkait deteksi gigi karies menggunakan metode CNN fokus pada kebutuhan waktu penyelesaian perangkat lunak. Analisis ini dapat disusun dengan berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pengguna aplikasi, terutama mereka yang tergabung dalam organisasi berbadan hukum yang relevan. Untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam yang berisi data dan informasi terkait waktu penyelesaian tugas akhir.

Analisis aspek manufakturabilitas ini juga dapat mempertimbangkan perspektif pengguna, yang sering kali memiliki batasan waktu yang ketat dalam menyelesaikan masalah atau memperkenalkan perangkat lunak baru. Oleh karena itu, analisis ini tidak hanya memfokuskan pada efisiensi proses produksi perangkat lunak, tetapi juga mempertimbangkan elemen-elemen yang mempengaruhi waktu penyelesaian, seperti kompleksitas pengembangan, pelatihan pengguna, dan integrasi dengan sistem yang sudah ada dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Tabel Analisis pada Aspek Manufakturabilitas

Aspek	Klinik Mitra	Drg. Leoni Susanti	Klinik AL- Syifa	Kim Dental & Implant center	Praktek drg.Silviana J.Widjaja
Deteksi tingkat Gigi Karies (2 Bulan)	OK	OK	OK	OK	OK
Dapat digunakan pencahayaan yang rendah (1 Bulan)	OK	OK	OK	OK	OK
Total	3 Bulan				

Dari hasil analisis yang tercantum dalam tabel, dapat disimpulkan bahwa aspek-aspek kunci terkait penggunaan aplikasi deteksi gigi karies telah memperoleh penilaian yang memuaskan dari setiap organisasi. deteksi tingkat gigi karies, Dapat digunakan pencahayaan yang rendah mendapatkan penilaian "OK" dari Organisasi 1 hingga Organisasi 5. Dengan demikian, aplikasi ini dapat dianggap berhasil memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk memberikan layanan deteksi gigi karies yang sangat efektif kepada pengguna dari berbagai organisasi.



1.3.3. Analisis Aspek Sustainability

Dalam analisis aspek sustainability sistem deteksi gigi karies menggunakan metode CNN, fokus diberikan pada salah satu prinsip keberlanjutan, yaitu efisiensi energi. Analisis ini ditujukan untuk mengevaluasi sejauh mana perangkat lunak mampu menjaga efisiensi energi selama operasinya dalam satuan waktu tertentu. Dengan kata lain, berapa waktu optimal yang diperlukan oleh perangkat lunak untuk melaksanakan tugasnya dengan tetap mempertahankan efisiensi energi.

Analisis sustainability ini harus didasarkan pada perspektif pengguna, mengingat bahwa pengguna memiliki peran penting dalam memahami aspek-aspek efisiensi energi. Salah satu alat bantu yang digunakan untuk membangun analisis yang berisi data yang relevan terkait waktu kinerja dan efisiensi energi perangkat lunak. Selain itu, alat bantu analisis lain juga dapat digunakan, dengan catatan bahwa analisis tersebut harus mencerminkan sudut pandang pengguna dalam mengatur batasan waktu kinerja perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Tabel Analisis pada Aspek Sustainibilitas

Aspek	Klinik Mitra	Drg. Leoni Susanti	Klinik AL-Syifa	Kim Dental & Implant center	Praktek drg.Silviana J.Widjaja
Perangkat Lunak dapat mengenali tingkat deteksi gigi karies dalam waktu singkat (10 s)	OK	OK	OK	OK	OK

1.4. Analisis terhadap Karakteristik Solusi

Dalam analisis karakteristik solusi untuk deteksi gigi karies menggunakan metode CNN, bagian ini memberikan penjelasan mengenai fungsi-fungsi yang dimiliki oleh perangkat lunak, serta bagaimana fungsi-fungsi tersebut mengatasi masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Selain itu, masalah dari setiap fungsi juga dijelaskan, yang merupakan cara untuk memahami mengapa setiap fungsi tersebut diperlukan dalam perangkat lunak. Penjelasan ini dapat dipresentasikan dalam bentuk tabel, seperti yang diilustrasikan dalam Tabel 1.4 atau dalam bentuk narasi yang menjelaskan secara rinci.

Tabel 1.4. Tabel Analisis pada Karakter Solusi

No.	Masalah	Fungsi
1.	Kemampuan memberikan rekomendasi perawatan.	Perangkat lunak harus dapat memberikan rekomendasi perawatan yang tepat berdasarkan hasil deteksi gigi karies, termasuk tingkat keparahan dan jenis perawatan yang diperlukan.
2.	Deteksi gigi karies yang akurat dan cepat.	Perangkat lunak harus mampu mengenali dan mendeteksi gigi karies dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam waktu yang singkat.
3.	Dalam mendeteksi masalah gigi, dokter membutuhkan	Perangkat lunak yang digunakan dapat dijalankan pada web platform.

	perangkat lunak yang dapat mendeteksi melalui perangkat komputasi portable.	
--	-----------------------------------------------------------------------------	--

Analisis di atas menggambarkan beberapa masalah dan fungsi yang diinginkan dalam pengembangan perangkat lunak deteksi gigi karies. Pertama, perangkat lunak diharapkan memiliki kemampuan memberikan rekomendasi perawatan berdasarkan hasil deteksi, termasuk tingkat keparahan dan jenis perawatan yang diperlukan. Kedua, perangkat lunak harus mampu mendeteksi gigi karies dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam waktu yang singkat. Terakhir, penting juga bahwa perangkat lunak mudah digunakan oleh dokter gigi dan pasien, dengan antarmuka pengguna yang intuitif, untuk melakukan analisis citra dengan lebih efisien.

1.5. Pemilihan Solusi dan Teknik

Pada tugas akhir ini yaitu deteksi gigi karies pada citra fotografi dengan metode *Backpropagation*, *Support Vector Machine (SVM)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)*, *Convolutional Neural Network (CNN)* terdapat beberapa arsitektur yang dapat digunakan yaitu arsitektur *U-Net*, *You Only Look Once (YOLOv5)*, *Visual Geometry Group-16 (VGG-16)*, *Faster Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN)*, dan *RetinaNet*.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Achmad *et al.*, 2016) yang mengenai deteksi karies gigi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode

Backpropagation dalam penelitian ini diambil 549 citra yang akan diuji dengan akurasi sebesar 83.89%

Pada Penelitian yang dilakukan oleh (Puspitasari, Ratnawati and Widodo, 2018) yang mengenai klasifikasi penyakit gigi dan mulut menggunakan metode *Support Vector Machine*. Penelitian hasil klasifikasi yang diperoleh dengan menggunakan metode *Support Vector Machine (SVM)* mempunyai rata – rata nilai akurasi sebesar 94.442% dengan menggunakan dataset sebanyak 122 data dan dengan parameter sequential training *Support Vector Machine (SVM)* nilai λ (lamda) = 0.1, γ (gamma) = 0.1, C (Complexity) = 1, ϵ (epsilon) = $1.10 \cdot 10^{-10}$ dengan itermax = 50 dan rasio data 80%:20%. Dengan pencapaian hasil akurasi yang baik, maka penelitian ini dapat diterapkan untuk membantu melakukan klasifikasi penyakit gigi dan mulut dengan metode *Support Vector Machine*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Istiqhfarani, Cholissodin and Bachtiar, 2020) mengenai klasifikasi penyakit gigi karies menggunakan algoritma modified *K-Nearest Neighbor*. Penelitian ini total dataset yang dikumpulkan sebanyak 100 dataset Hasil terbaik dengan menggunakan algoritme MKNN diperoleh rata-rata akurasi sebesar 90,66% dengan nilai $k=3$, melakukan uji coba sebanyak 5 kali dan data yang digunakan adalah dataset penyakit dental caries dengan rasio 70:30 secara acak dimana 70% adalah jumlah data latih dan 30% jumlah data uji.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Science, 2023) mengenai prediksi penyakit gigi berdasarkan citra X-RAY panoramic dengan algoritma CNN.

Penelitian ini total dataset yang dikumpulkan sebanyak 300 gambar dan menghasilkan akurasi sebesar 83% saat pada pengujian, sehingga sistem diharapkan dapat digunakan sebagai second opinion pada saat Dokter Radiologi Gigi melakukan diagnosis.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (ForouzesFar *et al.*, 2024) yang mengenai diagnosis gigi karies dari gambar bitewing menggunakan metode *Convolutional Neural Networks*. Penelitian ini menggunakan arsitektur *VGG-16* dengan 713 gambar dan menghasilkan nilai akurasi sebesar 92%, precision sebesar 90%, sensitivity sebesar 93%, specificity sebesar 97% dan F1-score sebesar 91%.

Pada Penelitian yang dilakukan oleh (Guswandi & Hadi, 2019) mengenai deteksi kondisi gigi manusia pada citra intraoral menggunakan *YOLOv5*. Penelitian ini total dataset yang dikumpulkan sebanyak 1.767 gambar intraoral yang dataset tersebut dibagi menjadi 3 bagian data training 80%, data validation 10%, dan data testing 10%. Data testing berjumlah 10% dari seluruh dataset. Sedangkan data training dan validation berjumlah 80% dan 20% dari 90% total dataset. Dari hasil uji terbaik yang didapatkan *YOLOv5 M* dengan akurasi sebesar 82%, Precision sebesar 91%, Recall sebesar 90%, dan F1 Score 85%.

Pada Penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan, 2022) mengenai segmentasi dan deteksi gigi karies pada citra periapikal gigi melalui klasifikasi pixel menggunakan *U-NET*. Penelitian ini terdapat 213 data citra radiografi yang akan diidentifikasi. Hasil dari penelitian dengan segmentasi dan deteksi karies pada citra

periapikal mampu mendapatkan akurasi sebesar 99,16%. Parameter optimum yang digunakan yaitu batch= 8, optimizer = adam dengan epoch100.

Pada Penelitian yang dilakukan oleh (Thi *et al.*, 2022) mengenai deteksi gigi karies menggunakan citra foto intraoral yang diambil melalui smartphone. Penelitian ini digunakan dataset pelatihan yang terdiri dari 1902. Dengan menggunakan metode *YOLOv3* dengan akurasi 87,4% *Faster R-CNN* dengan akurasi 71,4%, *RetinaNet* dengan akurasi 83% dan jumlah model dari *SSD* adalah yang terendah yaitu 81%.

Proyek ini menghasilkan suatu *output* yang penting dalam menentukan deteksi gigi yang yang dapat dilihat seberapa akurat hasil tersebut. Setelah dilakukan beberapa paparan dari penelitian terdahulu di atas didapat metode CNN yang memiliki akurasi terbesar yaitu 83%.

1.6. Skenario Pemanfaatan Produk oleh Pengguna

Perangkat lunak yang telah dikembangkan merupakan aplikasi deteksi gigi karies. Pengguna dapat membuka link aplikasi ini ke perangkat telepon pintar mereka dan menggunakan kamera ponsel atau alat intraoral untuk memindai gigi mereka. Aplikasi akan secara otomatis menganalisis gambar gigi dan memberikan laporan tentang tingkat kerusakan atau keberadaan gigi karies. Pengguna juga dapat melihat riwayat pemeriksaan gigi mereka dan menerima pemberitahuan berkala untuk perawatan gigi yang lebih baik.

1.7. Tujuan

Tujuan dari proyek ini adalah membuat suatu prototype aplikasi sebagai berikut:

1. Menyediakan sistem perangkat lunak tingkat deteksi gigi karies.
2. Menyediakan solusi yang dapat untuk membantu orang yang merasa kesulitan ke dokter gigi.
3. Menerapkan metode C-NN dalam deteksi gigi karies melalui citra gigi.



DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Q., Lutfiani, N., Kusumah, H., & Zahran, M. S. (2021). Deteksi dan Pengenalan Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(2), 192. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i2.25840>
- Argo, B.D. *et al.* (2017) 'Identifikasi Parameter Biji Dan Bubuk Kopi Robusta Menggunakan Machine Vision Dan Metode Artificial Neural Network (ANN) Parameter Identification Robusta Coffee Seeds and Powder Using A Machine Vision and Method Artificial Neural Network (ANN)', *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(2), pp. 150–162.
- Alfin Jimly Asshiddiqie, M., Rahmat, B. and Tri Anggraeny, F. (2020) 'Menggunakan Metode Convolutional Neural Network', *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, 1(1).
- Ahmad Izzuddin, & M. Rizal Wahyudi. (2020). Pengenalan Pola Daun untuk Membedakan Tanaman Padi dan Gulma Menggunakan Metode Principal Components Analysis (PCA) dan Extreme Learning Machine (ELM). *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 1(1), 44–51. <https://doi.org/10.36040/alinier.v1i1.2521>
- Abdul, Hakim Imam, Hidayat Bambang, S. (2017). Deteksi Pulpitis Irreversibel Dan Reversibel Menggunakan Metode Principal Component Analysis (Pca) Dan Watershed Berbasis Android Periapical Radiograph Image Processing on Detection of Irreversible and Reversible Pulpitis Using Principal Component Analy. *E-Proceeding of Engineering*, 4(1), 295–303. <https://libraryeproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/3289/3116>
- Achmad, A. D., Achmad, A., Warni, ; Elly, Faizal, ;, Dm, G., & Ansyar, I. (2016). Deteksi Karies Gigi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation. *Dkk*, 1(2), 121–130.
- Andriyani, Putri, N., Lusida, N., Erniyasih, Rosyada, D., Suherman, & Al Maudidi, A. A. (2023). Faktor yang Berhubungan dengan Perilaku Orangtua dalam Pencegahan Karies Gigi Anak di Jakarta Timur. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 19(1), 11–17. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JKK>
- Balitbangkes RI. (2018). Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf. In *Lembaga Penerbit Balitbangkes* (p. hal 156).

- DEWI, I. A., KRISTIANA, L., DARLIS, A. R., & DWIPUTRA, R. F. (2019). Deep Learning RetinaNet based Car Detection for Smart Transportation Network. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(3), 570. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v7i3.570>
- Darmawan, A. (2019). Aplikasi Mobile Pengenalan Wajah Secara Real-Time Berbasis Principal Component Analysis. *Ubiquitous: Computers and Its Applications Journal*, 2, 57–66. <https://doi.org/10.51804/ucaiaj.v2i1.57-66>
- Fajriansyah, D., Destyan Pulunggono, R., & Adi Dharma, T. (2023). Automatisasi Deteksi Penyakit Tumbuhan Menggunakan Metode RetinaNet. *Jurnal Artificial Inteligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(1), 48–53. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- ForouzeshFar, P. *et al.* (2024) ‘Dental Caries diagnosis from bitewing images using convolutional neural networks’, *BMC Oral Health*, 24(1), pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-03973-9>.
- Guswandi & Hadi, 2019. (2019). Indonesian Journal of Computer Science. *STMIK Indonesia Padang*, 8(2), 121.
- Halim, J. and Fajar, A.N. (2023) ‘Klasifikasi Pisang Berbasis Algoritma VGG16 Melalui Metode CNN Deep Learning’, *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)*, 15(1), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.37424/informasi.v15i1.190>.
- Hibatullah, A. and Maliki, I. (2019) ‘Penerapan Metode Convolutional Neural Network Pada Pengenalan Pola Citra Sandi Rumput’, *Journal of Informatics and Computer Science*, 1(02), pp. 1–8.
- Iskandar Mulyana, D., & Rofik, M. A. (2022). Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(3), 13971–13982. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i3.4825>
- Istiqhfarani, W. A., Cholissodin, I., & Bachtiar, F. A. (2020). Klasifikasi Penyakit Dental caries menggunakan Algoritme Modified K- Nearest Neighbor. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(5), 1499–1506. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/7265/3498>
- Jannah, N., Wibowo, S. A., & Siadari, T. S. (2022). Eksploitasi Fitur Untuk Peningkatan Kinerja. *E-Proceeding of Engineering*, 8(6), 2943–2950.
- Kurniawan, A. (2022). *Caries Segmentation and Detection at Dental Periapical image through Pixel Classification Using U-Net*. 99–100.

- Lui, M. S., Wijaya, E. K., & Hidayat, M. (2018). *Segmentasi Citra Hewan Dengan Convolutional Neural Network Arsitektur U-Net Animal Image Segmentation With Convolutional Neural Network U-Net Architecture*. *x*(30), 1–5.
- Laelihah, A. *et al.* (2022) ‘Klasifikasi Kepakaran Reviewer Menggunakan Metode ANN (Artificial Neural Network) LAPORAN TUGAS AKHIR Classification of Reviewer Expertise Using the ANN Method (Artificial Neural Network)’.
- Marthinu, L. T., & Bidjuni, M. (2020). Penyakit Karies Gigi Pada Personil Detasemen Gegana Satuan Brimob Polda Sulawesi Utara Tahun 2019. *JIGIM (Jurnal Ilmiah Gigi Dan Mulut)*, 3(2), 58–64. <https://doi.org/10.47718/jgm.v3i2.1436>
- Markus, H., Harapan, I. K., & Raule, J. H. (2020). Gambaran Karies Gigi Pada Pasien Karyawan Pt Freeport Indonesia Berdasarkan Karakteristik Di Rumah Sakit Tembagapura Kabupaten Mimika Papua Tahun 2018-2019. In *JIGIM (Jurnal Ilmiah Gigi dan Mulut)* (Vol. 3, Issue 2, pp. 65–72). <https://doi.org/10.47718/jgm.v3i2.1437>
- Megawan, S., & Lestari, W. S. (2020). Deteksi Spoofing Wajah Menggunakan Faster R-CNN Dengan Arsitektur Resnet50 Pada Video. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(3), 261–267. <https://www.idiap.ch/dataset/replayattack>.
- Nuraeni, R., Mulyati, S., Putri, T. E., Rangkuti, Z. R., Pratomo, D., Ak, M., Ab, S., Soly, N., Wijaya, N., Operasi, S., Ukuran, D. A. N., Terhadap, P., Sihaloho, S., Pratomo, D., Nurhandono, F., Amrie, F., Fauzia, E., Sukarmanto, E., Partha, I. G. A., ... Abyan, M. A. (2017). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Diponegoro Journal of Accounting*, 2(1), 2–6. http://i-lib.ugm.ac.id/jurnal/download.php?dataId=2227%0A???%0Ahttps://ejournal.unisba.ac.id/index.php/kajian_akuntansi/article/view/3307%0Ahttps://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/portugues/2018/v3103/pdf/3103009.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.ph
- Nugraha, K. A., Santoso, A. J., Suselo, T., Studi, P., Teknik, M., Atma, U., Yogyakarta, J., Tiruan, J. S., & Tepi, D. (2013). Algoritma Backpropagation Pada Jaringan Saraf Tiruan Untuk Pengenalan Pola Wayang Kulit. *Seminar Nasional Informatika, 2013(semnasIF)*, 8–13. Wayang Kulit, Jaringan Saraf Tiruan, Backpropagation, Deteksi Tepi
- No, V., & Putri, B. A. (2016). *Penggunaan Principal Component Analysis dan Minimum Distance Classifier untuk Pengenalan Citra Buah*. 2(1), 355–358.

- Puspitasari, A. M., Ratnawati, D. E., & Widodo, A. W. (2018). Klasifikasi Penyakit Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(2), 2548–2964. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Rismiyati, R. and Luthfiarta, A. (2021) ‘VGG16 Transfer Learning Architecture for Salak Fruit Quality Classification’, *Telematika*, 18(1), p. 37. Available at: <https://doi.org/10.31315/telematika.v18i1.4025>.
- Rizqy Joventus Gunawan, Budhi Irawan and Casi Setianingsih (2021) ‘Pengenalan Ekspresi Wajah Berbasis Convolutional Neural Network Dengan Model Arsitektur Vgg16 Facial Expression Recognition Based on Convolutional Neural Network With Vgg16 Architecture Model’, *e-Proceeding of Engineering*, 8(5), pp. 6442–6454. Available at: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16400>.
- Suartika E. P, I Wayan, Wijaya Arya Yudhi, S. R. (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), 76. <http://repository.its.ac.id/48842/>
- Sumadewi, K. T., & Harkitasari, S. (2023). Edukasi Kesehatan Gigi dan Mulut serta Cara Menggosok Gigi pada Anak Sekolah Dasar di Banjar Bukian, Desa Pelaga. *Journal WMMJ Warmadewa Minesterium Medical Journal*, 2(1), 1–7. <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/wmmj/article/view/6162>
- Saragih, H., Pane, J. P., Ginting, A. A., Sinurat, S., Karo, M. B., & Barus, M. (2021). Deteksi Dini Karies Gigi dan Penyuluhan Menyikat Gigi pada Anak Usia Sekolah di Desa Durin Simbelang. *Jurnal Peduli Masyarakat*, 3(3), 213–218. <https://doi.org/10.37287/jpm.v3i3.535>
- Science, C. (2023) ‘Prediksi Penyakit Gigi Berdasarkan Citra X-Ray Panoramic dengan Algoritma CNN’.
- Sutha (2018) ‘Softmax CNN’, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699.
- Thanh, M. T. G., Van Toan, N., Ngoc, V. T. N., Tra, N. T., Giap, C. N., & Nguyen, D. M. (2022). Deep Learning Application in Dental Caries Detection Using Intraoral Photos Taken by Smartphones. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/app12115504>
- Yelvita, F. S. (2022). No Title8.5.2017, הארץ, הכי קשה לראות את מה שבאמת לנגד העיניים. 2003–2005.

Zaitun, Warsito and Pauzi, G.A. (2015) 'Sistem Identifikasi dan Pengenalan Pola Citra Tanda-Tangan Menggunakan Sistem Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks) Dengan Metode Backpropagation', *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika FMIPA Universitas Lampung*, 03(02), pp. 93–101.

Weny Indah Kusumawati and Adisaputra Zidha Noorizki (2023) 'Perbandingan Performa Algoritma VGG16 Dan VGG19 Melalui Metode CNN Untuk Klasifikasi Varietas Beras', *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, 4(2). Available at: <https://doi.org/10.52435/complete.v4i2.387>.