

**KLASIFIKASI KONDISI GIGI BERDASARKAN  
CITRA RGB MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORKS***



**OLEH :  
GABRIEL MEDIOSE ALFRANDA SIHOTANG  
09012682327001**

**MAGISTER ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KLASIFIKASI KONDISI GIGI BERDASARKAN  
CITRA RGB MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORKS**

**TESIS**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister

**OLEH:**

**Gabriel Mediose Alfranda Sihotang  
09012682327001**


**Palembang, 31 Desember 2024**

**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Magister Ilmu Komputer**



**Dr. Firdaus, M.Kom.**  
NIP. 197801212008121003

**Menyetujui  
Pembimbing I**



**Julian Supardi, M.T., Ph.D.**  
NIP. 197207102010121001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Selasa tanggal 31 Desember 2024 telah dilaksanakan ujian sidang tesis oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Gabriel Mediose Alfranda Sihotang

NIM : 09012682327001

Judul : Klasifikasi Kondisi Gigi Berdasarkan Citra RGB Menggunakan Convolutional Neural Networks

1. Ketua Penguji

Prof. Dr. Erwin S.Si., M.Si.

NIP. 197101291994121001



2. Penguji I

Prof. Dr. Ir. Bambang Tutuko, Ph.D.

NIP. 196001121989031002



3. Penguji II

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.

NIP. 197102041997021003



4. Pembimbing

Julian Supardi, M.T., Ph.D.

NIP. 197207102010121001



Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Dr. Firdaus, M.Kom.  
NIP. 197801212008121003

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gabriel Mediose Alfranda Sihotang  
NIM : 09012682327001  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Judul Tesis : Klasifikasi Kondisi Gigi Berdasarkan Citra RGB  
Menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : **14 %**

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 31 Desember 2024



Gabriel Mediose Alfranda Sihotang

NIM. 09012682327001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat, kasih, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal tesis dengan judul “Klasifikasi Kondisi Gigi Berdasarkan Citra RGB Menggunakan *Convolutional Neural Networks*” tepat pada waktunya.

Ucapan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proposal tesis baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Julian Supardi, S.Pd., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing tesis yang telah memberikan arahan, motivasi, saran dalam penyusunan laporan tesis.
2. Bapak Dr. Abdiansah, S.Kom., M.CS. selaku Pembimbing Akademik dalam memberikan masukan serta motivasi saat perkuliahan berlangsung
3. Bapak Dr. Firdaus, M.Kom selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.
4. Papaku Imanuel Rayon Sihotang, S.Pd., M.Si dan Mamaku Drg. Maria Cornellia Nira Widyastuti, adikku Rafaely Audrey Nurmarina Dwinovary yang selalu memberikan dorongan, dukungan, doa yg tulus selama ini dan bantuan dalam bentuk materil maupun moril.
5. Paklekku Hipolitus Victor Gusmara, S.T dan Bulekku Bernadetha Vivi Sulistyowati, SST yang selalu memberikan dorongan, dukungan, doa yg tulus selama ini dan bantuan dalam bentuk materil maupun moril.
6. Keluarga Besar, Pomparan Op. Bonatua Sihotang atas dukungan semangat dan doa.
7. Almh. Eyang Putri Marina Dasuni dan Alm. Eyang Kakung FX.Soetarno, SH dan seluruh sanak keluarga atas dukungan dan doanya.
8. Geby Natasya Br Butar-Butar sebagai istriku di masa mendatang atas doa yang tulus, dukungan, dan semangat.
9. Teman-teman seperjuangan Agus Andreanyah, Nurul Hijriani, Zainal Umari, dan teman-teman jurusan magister Ilmu Komputer 2023 yang memberikan semangat dan bantuan bagi penulis dalam penyusunan laporan tesis ini.

Hasil dari laporan tesis ini merupakan penelitian yang dilakukan oleh penulis. Namun, tidak menutup kemungkinan terdapat hal yang sekiranya perlu diluruskan bersama. Oleh karena itu, penulis sangat menerima koreksi dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sebagai masukan untuk perkembangan penelitian yang berkaitan dengan topik ini.

**Palembang, Desember 2024**



**Gabriel Mediose Alfranda Sihotang**  
**09012682327001**

# KLASIFIKASI KONDISI GIGI BERDASARKAN GAMBAR RGB MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS*

Gabriel Mediose Alfranda Sihotang (09012682327001)

Jurusan Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya  
Email: 09012682327001@student.unsri.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini memanfaatkan model *deep learning* menggunakan *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur ResNet – 18 dalam mengklasifikasikan kondisi gigi berdasarkan citra RGB terdiri dari empat kelas : *Calculus*, *Caries*, *Gingivitis*, dan *Tooth Discoloration*. Data yang digunakan berasal dari kumpulan beberapa penyakit gigi dan mulut. Tahapan *preprocessing* meliputi *Resize*, *Center Crop*, *Random Resized Crop*, *Random Horizontal Flip*, *Random Rotation*, *To Tensor*, dan *Normalize*. Proses pelatihan model menggunakan *hyperparameter* meliputi *Epoch* 50, *Learning Rate* 0,001, *Batch Size* 16 , dan *Optimizer Adam*. Penelitian melakukan implementasi *Residual Network -18*. Hasil evaluasi model memiliki kinerja akurasi yang cukup tinggi pada kelas *Caries* dengan nilai akurasi 97% dan kelas *Tooth Discoloration* dengan akurasi 96%. Namun kinerja akurasi rendah pada kelas *Gingivitis* sebesar 88% dan kelas *Calculus* sebesar 78%. Perbedaan kinerja akurasi antar kelas disebabkan oleh karakteristik dataset atau saat membedakan fitur visual antar kelas. Penelitian ini memberikan pendekatan praktis serta kontribusi terhadap peningkatan efisiensi dalam diagnosis kondisi gigi, khususnya mengurangi paparan radiasi yang cukup besar pada pasien saat pemeriksaan *X-Ray*. Dengan menggunakan metode *deep learning*, pendekatan ini berpotensi mempercepat proses diagnosis, sekaligus menawarkan solusi yang lebih aman dan praktis bagi para medis dan pasien. Hal ini tidak hanya meningkatkan akurasi dalam mendeteksi kondisi gigi tetapi juga mendukung praktik medis lebih efektif di masa depan.

**Kata kunci** : *Deep Learning*, *CNN*, *Klasifikasi Kondisi Gigi*, *Diagnosis Gigi*, *Residual-Network-18*

# ***CLASSIFICATION OF DENTAL CONDITIONS BASED ON RGB IMAGES USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS***

**Gabriel Mediose Alfranda Sihotang (09012682327001)**

Master's Department of Computer Science, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University  
Email: 09012682327001@student.unsri.ac.id

## ***Abstract***

*This study utilizes a deep learning model using a Convolutional Neural Network with ResNet – 18 architecture in classifying dental conditions based on RGB images consisting of four classes: Calculus, Caries, Gingivitis, and Tooth Discoloration. The data used came from a collection of several dental and oral diseases. The preprocessing stages include Resize, Center Crop, Random Resized Crop, Random Horizontal Flip, Random Rotation, To Tensor, and Normalize. The model training process using hyperparameters includes Epoch 50, Learning Rate 0.001, Batch Size 16, and Optimizer Adam. The research conducted the implementation of Residual Network -18. The results of the model evaluation had a fairly high accuracy performance in the Caries class with an accuracy score of 97% and the Tooth Discoloration class with an accuracy of 96%. However, the accuracy performance was low in the Gingivitis class of 88% and the Calculus class of 78%. Differences in accuracy performance between classes are due to the characteristics of the dataset or when distinguishing visual features between classes. This research provides a practical approach and contributes to improving efficiency in the diagnosis of dental conditions, especially reducing considerable radiation exposure in patients during X-Ray examinations. By using deep learning methods, this approach has the potential to speed up the diagnosis process, while offering safer and more practical solutions for doctors and patients. This not only improves the accuracy in detecting dental conditions but also supports more effective medical practices in the future.*

***Keywords*** : Deep Learning, CNN, Classification of Dental Conditions, Dental Diagnosis, Residual-Network-18.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I . PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II . TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Konsep Dasar Citra Digital .....	6
2.2 Konsep Pengolahan Citra Pada Gigi .....	7
2.3 Klasifikasi Citra .....	8
2.4 <i>Convolutional Neural Networks</i> (CNN).....	9
2.4.1 <i>Convolutional Layer</i> .....	9
2.4.2 <i>Pooling Layer</i> .....	10
2.4.3 <i>Fully Connected Layer</i> .....	11
2.5 <i>Convolutional Neural Networks</i> untuk Klasifikasi Gigi .....	12



2.6 <i>Residual Networks (ResNets) Convolutional Neural Networks</i> .....	13
2.7 <i>Residual Networks (ResNets) Untuk Klasifikasi Gigi</i> .....	14
<b>BAB III . METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1 Kerangka Kerja Penelitian .....	16
3.2 Pengumpulan Data .....	17
3.2.1 <i>Preprocessing Data</i> .....	18
3.3 Perancangan Model.....	19
3.3.1. Metode CNN ( <i>Residual Networks</i> ).....	19
3.4 Pelatihan Model .....	22
3.5 Evaluasi Model.....	22
<b>BAB IV . HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>24</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	24
4.1.1 <i>Data Training, Validation, dan Testing</i> .....	25
4.1.2 <i>Preprocessing Data</i> .....	26
4.2 Implementasi Perangkat Keras.....	34
4.3 Implementasi Perangkat Lunak.....	34
4.4 <i>Model Residual Network - 18</i> .....	34
4.5 <i>Hyperparameter Model Residual Network – 18</i> .....	38
4.6 Pelatihan Model <i>Residual Network - 18</i> .....	38
4.7 Evaluasi Model.....	40
4.8 Hasil Klasifikasi Model <i>Residual Network – 18</i> .....	42
4.9 Pembahasan.....	44
<b>BAB V . KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1.</b> Representasi Citra RGB, Citra Grayscale, Citra Biner.....	7
<b>Gambar 2.2.</b> Arsitektur <i>Convolutional Neural Networks</i> (CNN).....	9
<b>Gambar 2.3.</b> <i>Convolutional Layer</i> .....	10
<b>Gambar 2.4.</b> <i>Pooling Layer</i> .....	11
<b>Gambar 2.5.</b> <i>Fully Connected Layers</i> .....	12
<b>Gambar 2.6.</b> Arsitektur <i>Residual Networks</i> ( <i>ResNets</i> ) .....	14
<b>Gambar 3.1.</b> Tahapan Penelitian.....	16
<b>Gambar 3.2.</b> Augmentasi <i>Data</i> .....	18
<b>Gambar 3.3.</b> Usulan Arsitektur <i>Residual Networks</i> – 18.....	20
<b>Gambar 4.1.</b> Visualisasi <i>Data Training, Data Validation, Dan Data Testing</i> ....	26
<b>Gambar 4.2.</b> Model <i>Residual Network</i> -18.....	35
<b>Gambar 4.3.</b> Hasil Pelatihan Model ResNet - 18 .....	39
<b>Gambar 4.4.</b> Hasil <i>Confusion Matrix</i> .....	40
<b>Gambar 4.5.</b> Hasil Klasifikasi.....	43

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 3.2.</b> Usulan Parameter Arsitektur ResNet-18 .....	20
<b>Tabel 3.3.</b> Pembagian Data Kondisi Gigi .....	25
<b>Tabel 4.1.</b> Sampel Data Kondisi Gigi.....	24
<b>Tabel 4.2.</b> <i>Rezize</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	27
<b>Tabel 4.3.</b> <i>Center Crop</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	28
<b>Tabel 4.4.</b> <i>Random Resized Crop</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	29
<b>Tabel 4.5.</b> <i>Random Horizontal Flip</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	30
<b>Tabel 4.6.</b> <i>Random Rotation</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	31
<b>Tabel 4.7.</b> <i>To Tensor</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	32
<b>Tabel 4.8.</b> <i>Normalize</i> kondisi gigi <i>Calculus, Caries, Gingivitis, Tooth Discoloration</i> .....	33
<b>Tabel 4.9.</b> <i>Detail Model Residual Network-18</i> .....	36
<b>Tabel 4.10.</b> <i>Hyperparameter ResNet – 18</i> .....	38
<b>Tabel 4.11.</b> Hasil Evaluasi Model .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Formulir Persetujuan Publikasi Artikel
- Lampiran 2.** *Letter Of Acceptance*
- Lampiran 3.** *Screenshot* Bukti Terbit Artikel di Website Jurnal
- Lampiran 4.** Artikel Penelitian
- Lampiran 5.** Hasil Pengecekan dengan *Software Ithenticate Turnitin*
- Lampiran 6.** SK Persetujuan Pembimbing Tesis
- Lampiran 7.** SK Pengangkatan Tim Penguji Ujian Komprehensif Tesis
- Lampiran 8.** Formulir Perbaikan Laporan Proposal Tesis
- Lampiran 9.** Sertifikat *Universitas Sriwijaya English Proficiency Test*

## DAFTAR ISTILAH

1. CNN : *Convolutional Neural Networks*
2. ResNet-18 : *Residual Network -18*
3. JPG : *Joint Photographic Experts Group*
4. RGB : *Red, Green, Blue*
5. GPU : *Graphics Processing Unit*
6. ReLU : *Rectified Linear Unit*
7. Conv2D : *Convolution 2 Dimension*
8. RAM : *Random Access Memory*
9. HDD : *High Definition Drive*
10. SSD : *Solid State Drive*
11. OS : *Operation System*
12. AMD : *Advanced Micro Devices,*

# **BAB I. PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Gigi merupakan struktur berkalsifikasi keras berwarna putih yang tersusun, berakar di dalam gusi dan berfungsi untuk menggigit dan mengunyah (Kurnianti, 2023). Gigi memiliki berbagai macam variasi bentuk serta memiliki fungsi khas, gigi seri berfungsi untuk memotong makanan menjadi potongan kecil, gigi taring berfungsi untuk merobek makanan, dan gigi graham berfungsi untuk melumatkan makanan menjadi lebih halus (Rizani & Nasution, 2019). Peran masing-masing pada setiap variasi bentuk gigi bertujuan sama yaitu membantu proses makanan agar dapat dicerna lebih lanjut ke dalam tubuh. Namun, makanan yang sedang dikunyah sering kali meninggalkan sisa makanan yang menempel pada setiap sudut gigi. Jika kebersihan gigi tidak dalam pengawasan secara baik, tentu akan berdampak pada kesehatan gigi (Amakhul & Reny, 2021). Menurut data laporan Riskesdas tahun 2013, kesehatan gigi masyarakat Indonesia termasuk dalam kondisi gigi yang kurang baik. Didapatkan sebanyak 57,6 % mengalami masalah kondisi gigi dan hanya 10,2% yang mendapatkan penanganan secara medis di Puskesmas atau di Rumah Sakit (Riskesdas, 2013).

Berbagai macam masalah kondisi gigi, pada umumnya pasien pernah mengalami kondisi gigi seperti seperti Gingivitis, Calculus, Karies, dan Tooth Discoloration. Pemeriksaan gigi secara berkala sangat direkomendasikan oleh dokter karena bertujuan dalam mengetahui potensi masalah gigi sejak awal, maka proses penyembuhan akan lebih awal ditangani secara cepat dan tepat. Pemeriksaan gigi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan bantuan teknologi (Puspitasari dkk., 2018). Teknologi sejak dahulu telah berkembang seiring zaman memberikan inovasi dampak dan peran penting yang besar ke dalam ruang lingkup berbagai bidang, mendorong interaksi sosial, menyediakan informasi bagi khalayak, dan lain-lain (Kala'lembang, 2020). Teknologi di dalam dunia medis adalah menggunakan proses panoramic sinar-X gigi atau Dental X-Ray yang dikembangkan untuk melakukan diagnosa gigi sebagai dasar utama para ahli spesialis dan profesional untuk mendeteksi kondisi gigi pada struktur pada gigi. (Sumijan, 2022).

Namun, teknologi Dental X-Ray yang dipakai di dalam dunia medis untuk pemeriksaan pasien masih ditemukan beberapa keterbatasan terutama dalam memberikan kesimpulan diagnosis dan pertimbangan medis, salah satunya adalah resiko misdiagnosis karena proses screening atau keterbatasan interpretasi gambar. Penelitian dilakukan oleh (Danial & Setiawati, 2024) menunjukkan ketika dokter membaca gambar Dental X-Ray sering menyebabkan mis-diagnosis atau kekeliruan dalam diagnosis kondisi gigi, terutama pada kasus pasien gigi yang kompleks. Selain itu, kendala lain yang dihadapi adalah biaya pemeriksaan yang mahal, kemudian waktu proses administrasi yang cukup lama, meskipun memiliki tingkat sensitivitas tinggi akan kemampuan diagnostik dengan benar untuk identifikasi, pemindaian X-Ray membutuhkan dosis radiasi yang besar selama prosedur dilakukan, sehingga hal ini akan berdampak terpapar radiasi jangka panjang pada seseorang (Chowdhury dkk., 2020). Teknologi X-Ray juga membawa resiko paparan radiasi yang dapat menyebabkan penurunan kesehatan tubuh serta, termasuk resiko terkena penyakit kanker (Villamizar dkk, 2023).

Oleh karena itu, agar dapat membantu dokter gigi atau para medis dalam membaca hasil X-Ray secara lebih akurat, maka diperlukan penerapan algoritma berbasis *Deep learning* yang merupakan cabang dari Machine Learning, konsep kerja seperti jaringan saraf manusia dengan lapisan neuron yang saling terhubung. Salah satunya adalah metode *Convolutional Neural Network*, yang dirancang khusus untuk pemrosesan data citra dan terbukti dapat melakukan tugas klasifikasi terutama untuk diagnosis kondisi gigi (Hakim dkk., 2021).

Resnet-18 merupakan arsitektur Convolutional Neural Network dirancang untuk masalah vanishing gradients dalam jaringan *Deep learning*. Keunggulan model ini ada pada penggunaan Residual Blocks, yang memungkinkan model belajar lebih efektif dalam pembelajaran selama proses pelatihan model. Telah banyak penelitian yang membahas tentang metode CNN sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Penelitian (Lee dkk., 2020) mengatakan model ResNet-18 dapat mencapai tingkat akurasi kinerja lebih dari 98% untuk klasifikasi kondisi gigi dibandingkan dengan model AlexNet dan VGG, kemudian penelitian oleh (Mishra, 2023) mengatakan bahwa augmentasi data dapat berpengaruh pada kinerja ResNet-18 dalam klasifikasi kondisi pada gigi.

Interoperabilitas prediksi ResNet-18 mendapatkan keuntungan dengan teknik visualisasi Grad-Cam pada area prediksi gambar sehingga dapat membangun kepercayaan para medis dalam diagnostik secara efektif (Liu dkk., 2021).

Berdasarkan pada latar belakang permasalahan yang telah diuraikan di atas, penulis bertujuan untuk membuat sebuah pengembangan dengan memanfaatkan metode *Deep learning* menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) yaitu arsitektur *Residual Networks* (ResNets) dalam melakukan klasifikasi kondisi *Gingivitis*, *Calculus*, *Caries*, dan *Tooth Discoloration*. Dengan adanya pengembangan aplikasi ini, harapan akan hasil penelitian dapat memberikan pertimbangan dan ketepatan diagnosis gigi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Bagaimana menggunakan metode *Deep learning Convolutional Neural Network* (CNN) khususnya arsitektur ResNet – 18 untuk mengklasifikasikan kondisi gigi *Gingivitis*, *Calculus*, *Caries*, dan *Tooth Discoloration* ?
- b. Bagaimana tingkat akurasi dan efisiensi model ResNet - 18 dalam mendukung diagnosis berbasis citra gigi ?
- c. Bagaimana pengembangan sistem berbasis teknologi *Deep learning* dapat membantu mengatasi keterbatasan proses manual dan risiko misdiagnosis dalam interpretasi hasil Dental X – Ray ?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini agar penelitian tidak melebar dari pokok masalah dan agar penelitian dapat terarah. Berikut adalah poin poin batasan masalah pada penelitian ini:

- a. *Dataset* dikumpulkan merupakan foto yang dipotret menggunakan kamera dan sumber dataset didapatkan dari website kaggle.com
- b. Penelitian hanya memfokuskan untuk klasifikasi kondisi gigi yaitu *Gingivitis*, *Caries*, *Calculus*, dan *Tooth Discoloration*.



- c. Proses pengolahan citra gigi yang digunakan adalah file gambar RGB dengan format .JPG.
- d. Arsitektur metode CNN yang dipakai dalam klasifikasi kondisi gigi adalah arsitektur ResNet-18.
- e. Keluaran dari sistem prediksi kondisi pada gigi akan ditunjukkan dengan nama penyakit gigi yang sesuai dengan prediksi dari dataset menggunakan metode CNN.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yang diuraikan dalam beberapa poin sebagai berikut:

- a. Menerapkan Arsitektur *Residual Networks -18* dalam proses klasifikasi kondisi gigi dan memastikan akurasi presisi yang lebih baik.
- b. Mengevaluasi hasil kinerja ResNet – 18 dalam hal akurasi efisiensi dan kehandalan klasifikasi.
- c. Menciptakan sistem berbasis *deep learning* yang dapat memberikan diagnosis kondisi gigi secara cepat, akurat, dan praktis, agar dapat mengurangi risiko misdiagnosis serta paparan radiasi.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dalam penelitian ini yang telah diuraikan pada poin poin berikut:

- a. Memberikan solusi berbasis teknologi untuk meningkatkan akurasi diagnosis kondisi gigi, seperti *Gingivitis*, *Calculus*, *Caries*, dan *Tooth Discoloration* menggunakan model ResNet-18.
- b. Memberikan kontribusi baik dalam menggunakan metode berbasis *Convolutional Neural Networks* sebagai solusi terhadap efektifitas dalam identifikasi kondisi gigi yang berbeda.
- c. Meningkatkan efisiensi dalam proses pemeriksaan gigi melalui penerapan aplikasi berbasis Deep Learning, yang mampu memberikan hasil diagnosis secara cepat, akurat, dan terintegrasi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan bertujuan untuk memudahkan penyusunan isi dari setiap bab yang ada pada penelitian ini, yang dirangkum sebagai berikut:

**BAB I: PENDAHULUAN :** BAB I akan dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian.

**BAB II: TINJUAN PUSTAKA :** BAB II ini akan dijelaskan teori-teori dan literatur yang berkaitan dengan judul atau permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini.

**BAB III: METODOLOGI PENELITIAN :** BAB III ini akan dijelaskan alur penelitian dan pendekatan yang akan diterapkan untuk mengatasi permasalahan penelitian

**BAB IV: HASIL DAN ANALISA :** BAB IV akan memaparkan informasi tentang analisis yang digunakan untuk eksperimen dan hasil yang didapatkan.

**BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN :** BAB V Bab ini juga akan melihat kesimpulan dan saran penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahadhi Septiaji, H., Bambang Hidayat, I., Suhardjo, D., & SpRKG, M. (2018). Identifikasi Pengolahan Citra Deteksi Penyakit Kista Periapikal Melalui Radiograf Pada Gigi Manusia Dengan Menggunakan Metoda Ekstraksi Gray Level Cooccurrence Matrix Dan Metoda Klasifikasi Decision Tree. *EProceedings of Engineering*, 5(2). <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6603>
- Albawi, S., Mohammed, T. A. M., & Alzawi, S. (2017). Layers of a Convolutional Neural Network. *Icet2017*, 1–6.
- Alsayed, A., Taqateq, A. M., Al-Sayed, R., Suleiman, D., Shukri, S., Alhenawi, E., & Albsheish, A. M. (2023). Employing CNN ensemble models in classifying dental caries using oral photographs. *International Journal of Data and Network Science*, 7(4), 1535–1550. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.8.009>
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of *deep learning* : concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. In *Journal of Big Data* (Vol. 8, Issue 1). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Amakhul, H., & Reny, H. (2021). Ilmu Penyakit Gigi dan Mulut. In *Andrew's Disease of the Skin Clinical Dermatology*. <https://repository.penerbiteureka.com/media/publications/567555-ilmu-penyakit-gigi-dan-mulut-d36f6981.pdf>
- Bayraktar, Y., & Ayan, E. (2021). Diagnosis of Interproximal Caries Lesions With Deep Convolutional Neural Network in Digital Bitewing Radiographs. *Clinical Oral Investigations*. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04040-1>

- Chang, H.-J., Lee, S. J., Yong, T.-H., Shin, N.-Y., Jang, B.-G., Kim, J., Huh, K.-H., Lee, S.-S., Heo, M.-S., Choi, S.-C., Kim, T. Il, & Yi, W.-J. (2020). *Deep learning Hybrid Method to Automatically Diagnose Periodontal Bone Loss and Stage Periodontitis*. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64509-z>
- Chowdhury, N. K., Kabir, M. A., Rahman, M. M., & Rezoana, N. (2020). *ECOVNet: An Ensemble of Deep Convolutional Neural Networks Based on EfficientNet to Detect COVID-19 From Chest X-rays*. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.551>
- Danial, H., & Setiawati, D. (2024). *Convolutional Neural Network (Cnn) Based On Artificial Intelligence In Periodontal Diseases Diagnosis*. 20(1). <https://doi.org/10.46862/interdental.v20i1.8641>
- Digital Image Processing*. (2018). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3270-5.ch002>
- Hakim, L., Sari, Z., & Handhajani, H. (2021). Klasifikasi Citra Pigmen Kanker Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3001>
- Hasanah, S. A. (2023). *A Deep learning Review of ResNet Architecture for Lung Disease Identification in CXR Image*. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app132413111>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem*, 770–778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- Kala'lembang, A. (2020). Adopsi E-Commerce Dalam Mendukung Perkembangan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) Di Masa Pandemi Covid-19. *Capital: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 4(1), 54. <https://doi.org/10.25273/capital.v4i1.7358>
- Keddous, F. E., & Nakib, A. (2021). Optimal CNN–Hopfield Network for Pattern Recognition Based on a Genetic Algorithm. *Algorithms*. <https://doi.org/10.3390/a15010011>
- Khanagar, S., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., Sarode, S. C., & Bhandi, S. (2021). Developments, Application, and Performance of Artificial Intelligence in Dentistry – A Systematic Review.

- Journal of Dental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.019>
- Kilicarslan, G., Koç, C., Özyurt, F., & Gül, Y. (2023). Breast Lesion Classification Using Features Fusion and Selection of Ensemble <scp>ResNet</Scp> Method. *International Journal of Imaging Systems and Technology*. <https://doi.org/10.1002/ima.22894>
- Kim, C., Jeong, H.-G., Park, W., & Kim, D. (2022). Tooth-Related Disease Detection System Based on Panoramic Images and Optimization Through Automation: Development Study. *Jmir Medical Informatics*. <https://doi.org/10.2196/38640>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet Classification With Deep Convolutional Neural Networks. *Communications of the Acm*. <https://doi.org/10.1145/3065386>
- Krois, J., Ekert, T., Meinhold, L., Golla, T., Kharbot, B., Wittemeier, A., Dörfer, C. E., & Schwendicke, F. (2019). *Deep learning* for the Radiographic Detection of Periodontal Bone Loss. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44839-3>
- Kurnianti, R. (2023). *Penyakit Gigi Mulut: Vol. Hipersensi*.
- Lasniari, S., Jasril, J., Sanjaya, S., Yanto, F., & Affandes, M. (2022). Klasifikasi Citra Daging Babi dan Daging Sapi Menggunakan *Deep learning* Arsitektur ResNet-50 dengan Augmentasi Citra. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 3(4), 450. <https://doi.org/10.30865/json.v3i4.4167>
- Lee, D. W., Kim, S.-Y., Jeong, S., & Lee, J. H. (2021). Artificial Intelligence in Fractured Dental Implant Detection and Classification: Evaluation Using Dataset From Two Dental Hospitals. *Diagnostics*. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11020233>
- Lee, K., Jung, S., Ryu, J., Shin, S., & Choi, J. (2020). Evaluation of transfer learning with deep convolutional neural networks for screening osteoporosis in dental panoramic radiographs. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 392. <https://doi.org/10.3390/jcm9020392>
- Li, Y., Chu, X., Tian, D., Feng, J., & Mu, W. (2021). Customer segmentation using K-means clustering and the adaptive particle swarm optimization algorithm. *Applied Soft Computing*, 113, 107924. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107924>

- Lim, B.-O., Son, S., Kim, H., Nah, S., & Lee, K. M. (2017). *Enhanced Deep Residual Networks for Single Image Super-Resolution*. <https://doi.org/10.1109/cvprw.2017.151>
- Liu, S., Lai, J., Huang, J., Cho, C., Lee, P., Lu, M., & Lin, W. (2021). Predicting microvascular invasion in hepatocellular carcinoma: a *deep learning* model validated across hospitals. *Cancer Imaging*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s40644-021-00425-3>
- Lu, D., & Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5), 823–870. <https://doi.org/10.1080/01431160600746456>
- Mao, Y.-C., Huang, Y.-C., Chen, T., Li, K.-C., Lin, Y.-J., Liu, Y., Yan, H., Yang, Y., Chen, C.-A., Chen, S.-L., Li, C., Chan, M.-L., Chuo, Y., & R. Abu, P. A. (2023). *Deep learning* for Dental Diagnosis: A Novel Approach to Furcation Involvement Detection on Periapical Radiographs. *Bioengineering*. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10070802>
- Mishra, A. (2023). Classification of pneumonia and COVID-19 using convolutional neural network. *International Journal of Health Sciences and Pharmacy*, 65–88. <https://doi.org/10.47992/ijhsp.2581.6411.0110>
- Musri, N., Christie, B., Arief Ichwan, S. J., & Cahyanto, A. (2021). *Deep learning* Convolutional Neural Network Algorithms for the Early Detection and Diagnosis of Dental Caries on Periapical Radiographs: A Systematic Review. *Imaging Science in Dentistry*. <https://doi.org/10.5624/isd.20210074>
- Nirthika, R., Manivannan, S., Ramanan, A., & Wang, R. (2022). Pooling in Convolutional Neural Networks for Medical Image Analysis: A Survey and an Empirical Study. *Neural Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-06953-8>
- Okazaki, S., Mine, Y., Iwamoto, Y., Urabe, S., Mitsuata, C., Nomura, R., Kakimoto, N., & Murayama, T. (2022). Analysis of the Feasibility of Using *Deep learning* for Multiclass Classification of Dental Anomalies on Panoramic Radiographs. *Dental Materials Journal*. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-098>

- Oroh, E., & Lubis, C. (2023). Klasifikasi Penyakit Gigi Karies Dan Kalkulus Menggunakan Convolutional Neural Network. *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, 1(4), 757–765. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/view/144>
- Oroh, Excelcis, & Lubis, C. (2023). Klasifikasi Penyakit Gigi Karies Dan Kalkulus Menggunakan Convolutional Neural Network. *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, 1(4), 757–765. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/view/144>
- Ossowska, A., Kusiak, A., & Świetlik, D. (2022). Artificial Intelligence in Dentistry—Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063449>
- Phandany, J. L., Sambul, A. M., & Lumenta, A. S. M. (2022). Studi Perbandingan Algoritma Kompresi Optimal Citra Digital Menggunakan Python. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*. <https://doi.org/10.35793/jtek.11.1.2022.37209>
- 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), 802–810. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/967>
- Putra, R. H. (2023). Convolutional Neural Networks for Automated Tooth Numbering on Panoramic Radiographs: A Scoping Review. *Imaging Science in Dentistry*. <https://doi.org/10.5624/isd.20230058>
- Rakhma Devi, P. A., & Rosyid, H. (2022). Pemaparan Materi Dasar Pengolahan Citra Digital Untuk Upgrade Wawasan Siswa Di SMK Dharma Wanita Gresik. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*. <https://doi.org/10.54082/jamsi.405>
- Reis, J. C., Alves Fraga, M. A., de-Azevedo-Vaz, S. L., Monteiro Miotto, M. H., Pereira, T. C., & Camisasca, D. R. (2020). Prevalence of Dental Anomalies and Bone Alterations in Children's Panoramic Radiographies. *Rgo - Revista Gaúcha De Odontologia*. <https://doi.org/10.1590/1981-863720200005820180073>
- Riskesdas. (2013). Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. *Laporan Nasional 2013*, 1.

- Rizani, M., & Nasution, H. (2019). <p>Kekuatan ikat geser gigi artifisial akrilik dan porselen pada tiga macam basis gigi tiruan nilon termoplastik</p><p>The shear bond strength of acrylic and porcelain teeth in three types of thermoplastic nylon denture bases</p>. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran*, 31(1). <https://doi.org/10.24198/jkg.v31i1.19025>
- Sharma, S., & Mehra, R. (2019). Implications of Pooling Strategies in Convolutional Neural Networks: A Deep Insight. *Foundations of Computing and Decision Sciences*. <https://doi.org/10.2478/fcds-2019-0016>
- Shiri, I., Akhavanallaf, A., Sanaat, A., Salimi, Y., Askari, D., Mansouri, Z., Shayesteh, S. P., Hasanian, M., Rezaei-Kalantari, K., Salahshour, A., Sandoughdaran, S., Abdollahi, H., Arabi, H., & Zaidi, H. (2020). Ultra-Low-Dose Chest CT Imaging of COVID-19 Patients Using a Deep Residual Neural Network. *European Radiology*. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07225-6>
- Shukla, P., & Kumar, N. (2022). Explicating ResNet for Facial Expression Recognition. *International Journal of Computing Intelligent and Communication Technology*. <https://doi.org/10.57061/ijcict.v11i3.3>
- Sumijan. (2022). Pengembangan Ekstraksi dalam Identifikasi Kelainan Gigi pada Citra Dental X-ray imaging (DXRI). *Jurnal KomtekInfo*, 9, 34–40. <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v9i1.283>
- Teuwen, J., & Moriakov, N. (2019). Convolutional neural networks. In *Handbook of Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816176-0.00025-9>
- Villamizar-Martinez, L. A., & Losey, J. (2023). Assessment of the Occupational Radiation Dose From a Handheld Portable X-Ray Unit During Full-Mouth Intraoral Dental Radiographs in the Dog and the Cat – A Pilot Study. *Journal of Veterinary Dentistry*. <https://doi.org/10.1177/08987564231175596>
- Vineethmohan, M., Hemanth, P., Mounica, M., & Lakshmi Prasanna, P. (2020). Image classification using *deep learning* . *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(6), 1–10. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12I6/S20201001>
- Vyas, A., Yu, S., & Paik, J. (2017). *Fundamentals of Digital Image Processing*. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-7272-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-7272-7_1)



- Wang, T., Zhang, K., Chen, X., Luo, W., Deng, J., Lu, T., Cao, X., Liu, W., Li, H., & Zafeiriou, S. (2022). *A Survey of Deep Face Restoration: Denoise, Super-Resolution, Deblur, Artifact Removal*. 1–21.
- Yan, R., & Shao, L. (2013). Image blur classification and parameter identification using two-stage deep belief networks. *BMVC 2013 - Electronic Proceedings of the British Machine Vision Conference 2013*, 1–11. <https://doi.org/10.5244/C.27.70>