

TUGAS AKHIR

**DETEKSI KARIES GIGI MENGGUNAKAN FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) BERBASIS RESNET**



ANDRE CITRO FEBRILIYAN LANYAK

19102274

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

TUGAS AKHIR

**DETEKSI KARIES GIGI MENGGUNAKAN FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) BERBASIS RESNET**

**DENTAL CARIES DETECTION USING FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) WITH RESNET**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



ANDRE CITRO FEBRILIYAN LANYAK

19102274

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

**DETEKSI KARIES GIGI MENGGUNAKAN FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) BERBASIS RESNET**

**DENTAL CARIES DETECTION USING FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) WITH RESNET**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

ANDRE CITRO FEBRILIYAN LANYAK

19102274

Fakultas Informatika

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Pada Tanggal: 24 Juli 2023

Pembimbing Utama,



Agi Prasetiadi, S.T., M. Eng

NIDN 0617098802

LEMBAR PEGESAHAN

**DETEKSI KARIES GIGI MENGGUNAKAN FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) BERBASIS RESNET**

**DENTAL CARIES DETECTION USING FASTER
REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (FASTER R-CNN) WITH RESNET**

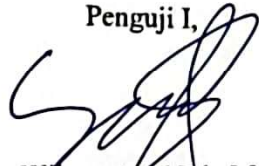
Disusun Oleh

ANDRE CITRO FEBRILIYAN LANYAK

19102274

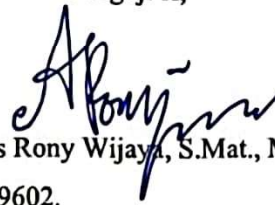
Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tugas
Akhir Pada Hari, Tanggal.

Penguji I,



Sena Wijayanto, S.Pd., M.T.
0613109201.

Penguji II,



Andreas Rony Wijaya, S.Mat., M.Sc.
0630059602.

Pembimbing Utama,



Agi Prasetiadi, S.T., M. Eng

NIDN. 0617098802

Dekan,



Auliya Nurharuddin, S.Si., M. Kom
NIK. 19820008

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Andre Citro Febriliyan Lanyak
NIM : 19102274
Program Studi : S1 Teknik Informatika

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul berikut:

DETEKSI KARIES GIGI MENGGUNAKAN FASTER REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (FASTER R-CNN) BERBASIS RESNET

Dosen Pembimbing Utama : Agi Prasetiadi, S.T., M. Eng.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Institut Teknologi Telkom Purwokerto maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian Saya Sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab Saya, bukan tanggungjawab Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima Sanksi Akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Purwokerto, 24 Juli 2023,

Yang Menyatakan,



Andre Citro Febriliyan Lanyak

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa puji dan syukur, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir yang berjudul "**Deteksi Karies Gigi Menggunakan Faster Region-BASED Convolutional Neural Network (FASTER R-CNN) Berbasis Resnet**" dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk lulus dalam pendidikan S1 jurusan Teknik Informatika di Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Selama proses penyusunan Tugas Akhir, penulis telah memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak yang patut disyukuri. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Tuhan yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada saya.
2. Kepada kedua orangtua saya, saya ucapkan terima kasih atas segala bantuan, kasih sayang, bimbingan, dorongan, serta doa restu kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Arfianto Fahmi, S.T., M.T., IPM. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Bapak Auliya Burhanuddin, S.Si., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Ibu Amalia Beladonna Arifa, S.Pd., M.Cs selaku Kepala Program Studi S1 Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Bapak Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom., M.Cs. selaku dosen wali.
7. Bapak Agi Prasetiadi, S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing utama yang selalu membimbing dan memberi motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Ibu Merlinda Wibowo, S.T., M. Phil. selaku dosen pendamping yang membimbing dalam penulisan Tugas Akhir.
9. Bapak A. Haris Budi Widodo M.Kes, A.P., S.E. selaku ketua jurusan kedokteran gigi Universitas Jenderal Soedirman yang sudah membantu saya

membuka koneksi dengan praktisi kesehatan gigi yang sudah memiliki pengalaman praktek.

10. Abiyah Athallah S.KG, dan Muhammad Hisyam Ghani S.KG selaku tenaga ahli kesehatan gigi yang memberikan bantuan anotasi dataset karies gigi.
11. Seluruh dosen Program Studi S1 Teknik Informatika, staff, dan karyawan di Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
12. Adik saya atas dorongan yang diberikan kepada penulis.
13. Pemilik NIM 21103074 atas dorongan dan kasih sayang yang diberikan serta selalu sabar menemani penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
14. Teman mabar Wild Rift Khadavy, Iqbal, Dias, Agil. Terima kasih sudah menemani main ketika pusing mengerjakan skripsi.
15. Teman-teman saya Rahaji, Rijal, Wawan, Afif, Yp, Yulfiz, Ihza, Gibran, Tholut, Farid, Hot, Iqbal, Reza, dan banyak lainnya. Terima kasih atas canda tawa dan kesenangan yang diberikan.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun guna untuk menyempurnakan penulisan Tugas Akhir ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Purwokerto, 4 Maret 2023
Penulis,



Andre Citro Febriliyan
Lanyak

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | ii |
| LEMBAR PEGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| DAFTAR SINGKATAN | xv |
| DAFTAR ISTILAH | xvi |
| ABSTRAK..... | xx |
| <i>ABSTRACT</i> | xxi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Pertanyaan Penelitian | 5 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 6 |
| 1.5. Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.6. Manfaat Penelitian..... | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| 2.1. Penelitian Terdahulu..... | 8 |
| 2.2. Dasar Teori..... | 18 |
| 2.2.1. Karies Gigi | 18 |
| 2.2.2. <i>Deep Learning</i> | 19 |
| 2.2.3. <i>Object Detection</i> | 20 |
| 2.2.4. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> | 21 |
| 2.2.5. <i>Faster R-CNN</i> | 25 |
| 2.2.6. <i>Transfer Learning</i> | 27 |
| 2.2.7. <i>Deep Residual Learning (Residual Network/ResNet)</i> | 29 |

| | | |
|------------------------------------|--|----|
| 2.2.8. | <i>Optimizer</i> | 32 |
| 2.2.9. | <i>Bounding Box Regression</i> | 35 |
| 2.2.10. | <i>Confusion Matrix</i> | 36 |
| 2.2.11. | <i>Intersection over union (IOU)</i> | 38 |
| 2.2.12. | <i>Precision dan Recall pada Objek Deteksi</i> | 39 |
| 2.2.13. | <i>Precision Recall Curve</i> | 39 |
| 2.2.14. | <i>Average Precision</i> | 40 |
| 2.2.15. | <i>Mean Average Precision</i> | 41 |
| 2.2.16. | <i>TensorFlow</i> | 41 |
| 2.2.17. | <i>TensorFlow Object Detection API</i> | 42 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 43 |
| 3.1. | Subjek dan Objek Penelitian | 43 |
| 3.2. | Alat dan Bahan Penelitian | 43 |
| 3.2.1. | Perangkat Lunak..... | 43 |
| 3.2.2. | Perangkat Keras | 44 |
| 3.2.3. | Bahan..... | 44 |
| 3.3. | Diagram Alir Penelitian..... | 44 |
| 3.3.1. | Identifikasi dan Perumusan Masalah | 45 |
| 3.3.2. | Studi Literatur | 45 |
| 3.3.3. | Pengumpulan Data | 46 |
| 3.3.4. | Anotasi Data..... | 46 |
| 3.4. | Pembuatan Model Objek Deteksi..... | 47 |
| 3.4.1 | Augmentasi Dataset | 48 |
| 3.4.2 | Konversi Dataset menjadi CSV | 48 |
| 3.4.3 | Buat File <i>Record</i> dari Dataset CSV | 48 |
| 3.4.4 | Membuat <i>Labelmap</i> | 49 |
| 3.4.5 | Unduh <i>pre-trained</i> Model | 49 |
| 3.4.6 | Edit File <i>Config</i> Model <i>Pre-trained</i> | 50 |
| 3.4.7 | <i>Training Pipeline</i> / Pelatihan Model..... | 53 |
| 3.4.8 | Simpan Model..... | 54 |
| 3.5. | Evaluasi Model..... | 54 |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| 3.5.1 | Ekstraksi Hasil Deteksi | 56 |
| 3.5.2 | Konversi Hasil Deteksi Menjadi File txt..... | 56 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 57 |
| 4.1 | Pengolahan Dataset dan Hasil Deteksi | 57 |
| 4.1.1 | Hasil Pengumpulan Dataset | 57 |
| 4.1.2 | Hasil Anotasi Dataset..... | 57 |
| 4.1.3 | Hasil Augmentasi Dataset..... | 59 |
| 4.1.4 | Hasil Konversi Dataset ke CSV | 61 |
| 4.1.5 | Hasil Konversi Dataset CSV ke <i>record</i> | 61 |
| 4.2 | Hasil Ekstraksi Deteksi | 61 |
| 4.2.1 | Ekstraksi Data Deteksi | 61 |
| 4.2.2 | Hasil Konversi Hasil ke txt | 62 |
| 4.3 | <i>ResNet50</i> | 63 |
| 4.3.1 | Hasil dan Output <i>Training ResNet50 Optimizer Momentum</i> | 63 |
| 4.3.1.1 | Hasil <i>Training ResNet50 Optimizer Momentum</i> | 63 |
| 4.3.1.2 | Output <i>Training ResNet50 Optimizer Momentum</i> | 65 |
| 4.3.2 | Hasil dan Output <i>Training ResNet50 Optimizer Adam</i> | 67 |
| 4.3.2.1 | Hasil <i>Training ResNet50 Optimizer Adam</i> | 67 |
| 4.3.2.2 | Output <i>Training ResNet50 Optimizer Adam</i> | 69 |
| 4.4 | <i>ResNet101</i> | 70 |
| 4.4.1 | Hasil dan Output <i>Training ResNet101 Optimizer Momentum</i> | 71 |
| 4.4.1.1 | Hasil <i>Training ResNet101 Optimizer Momentum</i> | 71 |
| 4.4.1.2 | Output <i>Training ResNet50 Optimizer Momentum</i> | 73 |
| 4.4.2 | Hasil dan Output <i>Training ResNet101 Optimizer Adam</i> | 75 |
| 4.4.2.1 | Hasil <i>Training ResNet101 Optimizer Adam</i> | 75 |
| 4.4.2.2 | Output <i>Training ResNet101 Optimizer Adam</i> | 77 |
| 4.5 | Pembahasan | 78 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 86 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 86 |
| 5.2 | Saran | 86 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 88 |

LAMPIRAN..... 95

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. 1 Proporsi masalah gigi dan mulut..... | 1 |
| Gambar 1. 2 Penyebaran praktisi gigi di Indonesia[6]..... | 2 |
| Gambar 2. 1 Diagram perkembangan karies gigi[38]..... | 18 |
| Gambar 2. 2 Deep learning bagian dari keluarga Artificial Intelligence [45] | 19 |
| Gambar 2. 3 Dua jenis framework object detection [13]..... | 21 |
| Gambar 2. 4 Proses konvolusi pada Convolutional Layer[49]. | 22 |
| Gambar 2. 5 Proses konvolusi pada Convolutional Layer[49]. | 23 |
| Gambar 2. 6 Fully Connected Layer[49]. | 25 |
| Gambar 2. 7 Region Proposal Network [16]..... | 25 |
| Gambar 2. 8 Ilustrasi Arsitektur Faster R-CNN[15]..... | 26 |
| Gambar 2. 9 Perbedaan (a) traditional learning dan (b) transfer learning[57]..... | 27 |
| Gambar 2. 10 Contoh Intuitif transfer learning[58]. | 28 |
| Gambar 2. 11 Blok Pembangun Residual Learning [33]. | 30 |
| Gambar 2. 12 Perbedaan arsitektur VGG-19 dan Resnet-34[33]. | 30 |
| Gambar 2. 13 Blok pembangun ResNet, blok pembangun bottleneck | 31 |
| Gambar 2. 14 Arsitektur ResNet-50. | 32 |
| Gambar 2. 15 Arsitektur ResNet-101. | 32 |
| Gambar 2. 16 Ilustrasi Bounding Box. | 36 |
| Gambar 2. 17 Confusion Matrix[72]..... | 36 |
| Gambar 2. 18 Ilustrasi dari Intersection over union (IOU)[76]. | 38 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian | 45 |
| Gambar 3. 2 Sample dari dataset. | 46 |
| Gambar 3. 3 Gambar Karies gigi yang sudah di anotasi..... | 47 |
| Gambar 3. 4 Alir pembuatan model objek deteksi..... | 47 |
| Gambar 3. 5 Sample dataset sesudah augmentasi..... | 48 |
| Gambar 3. 6 Arsitektur Faster R-CNN dengan ResNet-50..... | 50 |
| Gambar 3. 7 Arsitektur Faster R-CNN dengan ResNet-101..... | 50 |
| Gambar 3. 8 Program toolkit evaluasi objek deteksi. | 55 |
| Gambar 4. 1 Dataset sebelum di-rename | 57 |
| Gambar 4. 2 Dataset sesudah di-rename. | 57 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 3 Proses anotasi di labeling..... | 58 |
| Gambar 4. 4 Bounding box pada labeling. | 59 |
| Gambar 4. 5 Dataset sesudah di anotasi..... | 59 |
| Gambar 4. 6 Variasi dari satu citra dataset. | 60 |
| Gambar 4. 7 Grafik model M1..... | 64 |
| Gambar 4. 8 Precision recall curve dari model M1. | 66 |
| Gambar 4. 9 Grafik model M2..... | 67 |
| Gambar 4. 10 Confusion matrix dari model M2. | 70 |
| Gambar 4. 11 Grafik model M3..... | 72 |
| Gambar 4. 12 Confusion matrix dari model M3. | 74 |
| Gambar 4. 13 Grafik model M4..... | 75 |
| Gambar 4. 14 Confusion matrix dari model M4. | 78 |
| Gambar 4. 15 Grafik total loss dan cumulative moving average dari model..... | 80 |
| Gambar 4. 16 Precision Recall Curve model M1, M2, M3, dan M4. | 83 |
| Gambar 4. 17 Sampe hasil deteksi model M2 (ResNet-50 optimizer adam)..... | 84 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu | 13 |
| Tabel 2. 2 Arsitektur ResNet 18-layer hingga 152-layer. | 31 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Software..... | 43 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Hardware. | 44 |
| Tabel 3. 3 Skema Model. | 52 |
| Tabel 3. 4 Parameter yang dibuah pada config file..... | 53 |
| Tabel 4. 1 Rincian Dataset sesudah Augmentasi. | 60 |
| Tabel 4. 2 Sample dataset CSV..... | 61 |
| Tabel 4. 3 Sample CSV hasil deteksi..... | 62 |
| Tabel 4. 4 Sample txt deteksi | 62 |
| Tabel 4. 5 Loss model M1..... | 65 |
| Tabel 4. 6 Hasil evaluasi model M1..... | 66 |
| Tabel 4. 7 Loss model ResNet50 optimizer adam. | 69 |
| Tabel 4. 8 Hasil evaluasi model M2..... | 70 |
| Tabel 4. 9 Loss model ResNet101 optimizer momentum..... | 73 |
| Tabel 4. 10 Hasil evaluasi model M3. | 74 |
| Tabel 4. 11 Loss model ResNet101 optimizer adam. | 77 |
| Tabel 4. 12 Hasil evaluasi model M4 menggunakan COCO eval metric. | 78 |
| Tabel 4. 13 Variasi Model yang akan dilatih. | 79 |
| Tabel 4. 14 Total loss model M1, M2, M3, M4 setelah 15000 steps..... | 80 |
| Tabel 4. 15 Hasil evaluasi COCO metric model M1,M2,M3 dan M4..... | 82 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1 Syntax labelmap | 95 |
| Lampiran 2 File config Model <i>ResNet-50 optimizer momentum</i> | 95 |
| Lampiran 3 File config Model <i>ResNet-50 optimizer adam</i> | 98 |
| Lampiran 4 File config Model <i>ResNet-101 optimizer momentum</i> | 100 |
| Lampiran 5 File config Model <i>ResNet-101 optimizer adam</i> | 103 |
| Lampiran 6 Hasil deteksi model ResNet-50 | 106 |
| Lampiran 7 Hasil deteksi model ResNet-50 | 107 |
| Lampiran 8 Hasil deteksi model ResNet-101 | 109 |
| Lampiran 9 Hasil deteksi model ResNet-101 | 111 |
| Lampiran 10 Skrip Augmentasi | 113 |
| Lampiran 11 Skrip xml to csv..... | 115 |
| Lampiran 12 Skrip csv to tfrecord | 115 |
| Lampiran 13 Skrip deteksi menggunakan model..... | 117 |
| Lampiran 14 Skrip csv_to_text hasil deteksi | 121 |
| Lampiran 15 Skrip training model..... | 122 |
| Lampiran 16 Skrip simpan model..... | 124 |
| Lampiran 17 Dokumentasi kunjungan ke Universitas Jenderal Soedirman | 126 |
| Lampiran 18 Dokumentasi proses labeling..... | 126 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-----------|---|
| ADAM | : Adaptive Moment Estimation |
| ANN | : Artificial Neural Network |
| AP | : Average Precision |
| API | : Application Programming Interface |
| AR | : Average Recall |
| BGR | : Blue, Green, Red |
| BN | : Batch Normalization |
| CNN | : Convolution Neural Network |
| COCO | : Common Objects in Context |
| CSV | : Comma Separated Values |
| DNN | : Deep Neural Network |
| FC | : Full Connected |
| IOU | : Intersection Over Union |
| RAM | : Random Access Memory |
| R-CNN | : Region Convolution Neural Network |
| ReLU | : Rectified Linear Units |
| R-FCN | : Region-based Fully Convolutional Networks |
| RGB | : Red, Green, Blue |
| Riskesdas | : Riset Kesehatan Dasar |
| ROI | : Region of Interest |
| RPN | : Region Proposal Network |
| SGD | : Stochastic Gradient Descent |
| SSD | : Single Shot MultiBox Detector |
| VGG | : Visual Geometry Group |
| YOLO | : You Only Look Once |

DAFTAR ISTILAH

- Average precision* : *Average Precision* (AP) adalah salah satu metrik evaluasi yang umum digunakan dalam tugas deteksi objek. Metrik ini memberikan ukuran tentang sejauh mana model deteksi objek mampu menghasilkan hasil yang akurat.
- Average recall* : *Average Recall* (AR) lebih fokus pada kemampuan sistem dalam mendeteksi objek dengan benar tanpa memperhatikan tingkat ketepatan lokasi deteksi, atau kemampuan deteksi dari seluruh *ground truth*.
- Batch Size* : *Batch size* mengacu pada jumlah data yang diproses dalam satu iterasi atau langkah (step) dalam pelatihan model.
- Bounding Box* : *Bounding box* atau kotak pembatas, adalah suatu persegi panjang yang digunakan untuk mengelilingi objek yang ingin dideteksi atau diidentifikasi dalam tugas deteksi objek.
- Citra : Gambar.
- Class* : Kategori objek dalam penelitian ini.
- CNN : Model *Deep Learning* yang biasa digunakan untuk mempelajari dan mengekstrak fitur yang bermakna dari input.
- Computer Vision* : *Computer Vision*/penglihatan komputer adalah bidang dalam ilmu komputer yang berfokus pada pemahaman, analisis, dan interpretasi visual dari data gambar dan video.

| | |
|-----------------------|---|
| <i>Convolution</i> | : Konvolusi adalah proses pengolahan data spasial seperti gambar di mana dimenjalankan filter pada data tersebut. |
| Dataset | : Kumpulan data. |
| <i>Deep Learning</i> | : <i>Deep learning</i> adalah cabang dari machine learning yang menggunakan arsitektur neural networks yang dalam (<i>deep neural networks</i>) untuk mempelajari representasi dan fitur yang kompleks dari data. |
| <i>Fine-Tuning</i> | : <i>Fine-tuning</i> adalah proses mengambil model yang sudah dilatih sebelumnya (pre-trained model) dan mengadaptasinya untuk tugas atau domain yang spesifik. |
| <i>Ground Truth</i> | : <i>Ground truth</i> , mengacu pada informasi referensi yang dianggap sebagai kebenaran mutlak atau acuan yang digunakan untuk membandingkan dan mengevaluasi hasil prediksi dari suatu sistem deteksi objek. |
| <i>Hyperparameter</i> | : <i>Hyperparameter</i> adalah parameter yang digunakan untuk mengendalikan proses pembelajaran dan konfigurasi model dalam <i>machine learning</i> dan <i>deep learning</i> . |
| Input | : Masukan. |
| Karies Gigi | : Karies gigi, juga dikenal sebagai lubang gigi atau kerusakan gigi, adalah penyakit yang mempengaruhi struktur gigi akibat pembusukan atau demineralisasi yang disebabkan oleh aktivitas bakteri dalam mulut. |
| <i>Learning Rate</i> | : <i>Learning rate</i> adalah salah satu <i>hyperparameter</i> yang digunakan dalam algoritma optimisasi |

- untuk mengendalikan sejauh mana bobot model diperbarui selama proses pelatihan.
- Machine Learning* : *Machine learning* adalah bidang dalam kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang berfokus pada pengembangan algoritma dan model yang memungkinkan komputer belajar dan membuat prediksi atau keputusan tanpa perlu diprogram secara eksplisit.
- Object Detection* : *Object detection* atau deteksi objek adalah sebuah tugas dalam bidang komputer visi yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan melokasikan objek-objek tertentu dalam gambar atau video.
- Output : Hasil Keluaran.
- Region Proposal Network* : *RPN (Region Proposal Network)* adalah komponen dari *Faster R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network)* yang digunakan untuk menghasilkan proposal atau prediksi awal tentang letak objek dalam gambar.
- ROI Pooling* : ROI (Region of Interest) Pooling adalah sebuah operasi dalam arsitektur deteksi objek yang digunakan untuk mengubah proposal wilayah dengan ukuran yang berbeda menjadi ukuran yang tetap sehingga dapat diinputkan ke lapisan berikutnya.
- Residual Network* : ResNet (*Residual Network*) adalah sebuah arsitektur jaringan saraf konvolusi (*convolutional neural network*) yang dikembangkan untuk mengatasi *vanishing gradient* dalam *Deep Learning*.

- Split Data* : Pembagian dataset dalam kategori *training* dan *validation*.
- Steps* : Lama model akan di latih.
- Tensorflow OD API* : *Tensorflow object detection API* adalah adalah sebuah perpustakaan perangkat lunak yang dikembangkan oleh *TensorFlow* yang menyediakan *framework* yang kuat dan fleksibel untuk membuat model objek deteksi.
- Transfer Learning* : *Transfer learning* adalah teknik dalam pembelajaran mesin (*machine learning*) dan *deep learning* yang melibatkan penggunaan pengetahuan yang telah dipelajari oleh suatu model pada tugas tertentu untuk membantu kinerja model pada tugas lain yang berbeda.