

**PROPOSAL SKRIPSI**

**APLIKASI PENDETEKSI OBJEK PADA CITRA MEDIS  
DENGAN DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE  
VISION TRANSFORMER (VIT)**

**DISUSUN OLEH**

**ADE RINANDA WAHYUNI HASIBUAN**  
**2109020066**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI FAKULTAS ILMU  
KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN**

**2025**

**APLIKASI PENEDETEKSI OBJEK PADA CITRA MEDIS  
DENGAN DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE  
VISION TRANSFORMER (VIT)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu  
Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**ADE RINANDA WAHYUNI HASIBUAN**

**NPM. 2109020066**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : APLIKASI PENDETEKSI OBJEK PADA CITRA  
MEDIS DENGAN DEEP LEARNING  
MENGUNAKAN METODE VISION  
TRANSFORMER ( VIT )

Nama Mahasiswa : ADE RINANDA WAHYUNI HASIBUAN

NPM : 2109020066

Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui  
Komisi Pembimbing



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0117019301

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0127099201

# **PERNYATAAN ORISINALITAS**

## **APLIKASI PENEDETEKSI OBJEK PADA CITRA MEDIS DENGAN DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE VISION TRANSFORMER (VIT)**

### **SKRIPSI**

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 12, September 2025

Yang membuat pernyataan



Ade Rinanda Wahyuni

NPM. 2109020066

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| Nama          | : Ade Rinanda Wahyuni |
| NPM           | : 2109020066          |
| Program Studi | : Teknologi Informasi |
| Karya Ilmiah  | : Skripsi             |

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

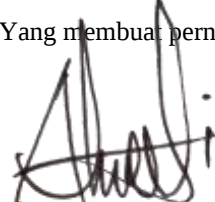
**APLIKASI PENEDETEKSI OBJEK PADA CITRA MEDIS DENGAN  
DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE VISION TRANSFORMER  
(VIT)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 12 September 2025

Yang membuat pernyataan



Ade Rinanda Wahyuni

NPM. 2109020066

## **RIWAYAT HIDUP**

### **DATA PRIBADI**

Nama Lengkap : Ade Rinanda Wahyuni Hasibuan  
Tempat dan Tanggal Lahir : PUJUD, 23 MEI 1999  
Alamat Rumah : DUSUN IV KARYA TANI  
Telepon/Faks/HP : 082217355275  
E-mail : wahyunihasibuanaderinanda@gmail.com  
Instansi Tempat Kerja : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SUMATERA UTARA  
Alamat Kantor : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Gelugur  
Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan  
Sumatera Utara 20238

### **DATA PENDIDIKAN**

|     |                         |             |
|-----|-------------------------|-------------|
| SD  | : SDS BINA ILMU         | TAMAT: 2010 |
| SMP | : SMPS BINA ILMU        | TAMAT: 2014 |
| SMA | : SMAN 4 BAGAN SINEMBAH | TAMAT: 2017 |

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah, puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yaitu penulisan skripsi ini. Tak lupa shalawat serta beriringkan salam senangtiawsa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Yang telah membawa kita semua dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana pada jenjang Strata Satu (S1) di Jurusan Teknologi, Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pelaksanaan tugas ini merupakan salah satu kuliah wajib dari Jurusan Teknologi, Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan menjadi sarana penulis untuk menambah ilmu pengetahuan serta pengalaman dalam menerapkan keilmuan sesuai bidang yang sebelumnya sudah didapatkan pada proses perkuliahan.

Adapun pembahasan terkait skripsi ini adalah Perbandingan Algoritma Random Forest dan Multiple Linear Regression Dalam Memprediksi Pengeluaran Obat Harian Studi Kasus Pada Apotek Bambuan. Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada: Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom. Ketua Program Studi Teknologi Informasi.

4. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom Pembimbing Skripsi yang telah membantu dalam membimbing saya agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Mama dan Papa saya yang telah mau membesarkan saya, bersabar menghadapi saya dan memberi doa kepada saya untuk penyelesaian skripsi ini Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.
6. Kepada pacar penulis yang sudah menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhir perjalanan kuliah, memberikan semangat dan motivasi agar terus maju, Saudara Juangga, semoga setelah ini diberikan rezeki menikah dikemudian hari.
7. Kepada teman-teman seperjuangan penulis yang berada di dalam group "Punyaku-Punyaku" yaitu Anggun, wirna, Kina, Misha yang telah bersama sama selama perkuliahan baik senang maupun susah serta menjadi teman diskusi sekaligus motivasi selama menempuh pendidikan di UMSU.
8. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

**ABSTRAK**

**APLIKASI PENDETEKSI OBJEK PADA CITRA  
MEDIS DENGAN DEEP LEARNING MENGGUNAKAN  
METODE VISION TRANSFORMER (ViT)**

Stroke iskemik merupakan salah satu penyakit yang memerlukan diagnosis cepat dan akurat karena berpotensi menyebabkan kerusakan otak permanen. Dalam proses diagnosis, citra medis seperti CT-Scan menjadi alat penting untuk membantu dokter menganalisis kondisi otak pasien. Namun, proses analisis citra secara manual sering kali memakan waktu lama dan berisiko terjadi kesalahan manusia (human error). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pendeteksi objek pada citra medis menggunakan metode Deep Learning Vision Transformer (ViT) sebagai solusi untuk mempercepat dan meningkatkan akurasi proses identifikasi area otak yang terdampak stroke iskemik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tahapan data preprocessing, patch embedding, positional encoding, transformer encoder, dan classification head untuk menghasilkan output klasifikasi citra medis ke dalam dua kategori, yaitu stroke dan normal. Dataset yang digunakan berasal dari hasil CT-Scan pasien di Rumah Sakit Hendra, Binjai. Implementasi sistem dilakukan dengan bahasa pemrograman Python menggunakan framework FastAPI, serta diuji dengan model Vision Transformer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model ViT mampu mengklasifikasikan citra medis dengan tingkat akurasi dan kepercayaan (confidence) yang tinggi, mencapai 82,93% pada pengujian akhir. Aplikasi ini terbukti dapat membantu tenaga medis dalam mendeteksi stroke iskemik secara cepat, tepat, dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pendukung keputusan (Decision Support System) berbasis Deep Learning dalam bidang kesehatan.

Kata kunci : Deep Learning, Vision Transformer (ViT), Citra Medis, Stroke Iskemik

## ***ABSTRACT***

### **APLIKASI PENDETEKSI OBJEK PADA CITRA MEDIS DENGAN DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE VISION TRANSFORMER (ViT)**

Ischemic stroke is a disease that requires a fast and accurate diagnosis because it has the potential to cause permanent brain damage. In the diagnostic process, medical images such as CT scans are an important tool to help doctors analyze the patient's brain condition. However, manual image analysis is often time-consuming and carries the risk of human error. This study aims to develop an object detection application in medical images using the Deep Learning Vision Transformer (ViT) method as a solution to accelerate and improve the accuracy of the process of identifying brain areas affected by ischemic stroke. The methods used in this study include data preprocessing, patch embedding, positional encoding, transformer encoder, and classification head stages to produce medical image classification output into two categories: stroke and normal. The dataset used comes from CT scan results of patients at Hendra Hospital, Binjai. The system implementation was carried out in the Python programming language using the FastAPI framework, and was tested with the Vision Transformer model. The test results showed that the ViT model was able to classify medical images with a high level of accuracy and confidence, reaching 82.93% in the final test. This application has been proven to assist medical personnel in detecting ischemic stroke quickly, accurately, and efficiently. Thus, this research contributes to the development of deep learning-based decision support systems in the healthcare sector.

Keyword: Deep Learning, Vision Transformer (ViT), Medical Image, Ischemic Stroke

## DAFTAR ISI

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                           | <b>i</b>   |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>                      | <b>ii</b>  |
| <b>PERNYATAAN PERSETUJUAN .....</b>                      | <b>iii</b> |
| <b>RIWAYAT HIDUP .....</b>                               | <b>iv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                               | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                   | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                               | <b>x</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                            | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                  | 1          |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                               | 1          |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                | 1          |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                               | 1          |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                             | 2          |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>                       | <b>4</b>   |
| 2.1 Pengembangan.....                                    | 4          |
| 2.2 Aplikasi.....                                        | 5          |
| 2.3 Pendeteksi .....                                     | 6          |
| 2.4 Objek .....                                          | 7          |
| 2.5 Citra .....                                          | 8          |
| 2.6 Medis .....                                          | 9          |
| 2.7 Deep Learning .....                                  | 10         |
| 2.7.1 Pengantar Vision Transformers (ViT).....           | 12         |
| 2.7.2 Arsitektur Vision Transformers (ViT).....          | 12         |
| 2.7.3 Langkah-Langkah dalam Vision Transformers .....    | 12         |
| 2.7.4 Rumus-Rumus dalam Vision Transformers .....        | 13         |
| 2.7.5 Kelebihan dan Kekurangan Vision Transformers ..... | 13         |
| 2.8. Python.....                                         | 13         |
| 2.9. HTML.....                                           | 14         |
| 2.10. PHP .....                                          | 15         |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 2.11. CSS .....                                    | 15        |
| 2.12. Javascript.....                              | 16        |
| 2.13. MySQL .....                                  | 16        |
| 2.14. Notepad++ .....                              | 16        |
| 2.15. <i>Unified Modeling Language</i> (UML) ..... | 16        |
| 2.16. Penelitian Terdahulu.....                    | 17        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>         | <b>26</b> |
| 3.1 Jenis Penelitian .....                         | 26        |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....               | 27        |
| 3.3 Teknik Pengumpulan Data .....                  | 27        |
| 3.4 Teknik Analisis Data .....                     | 28        |
| 3.5 Struktur Data Yang Digunakan .....             | 31        |
| 3.6 Rancangan Sistem.....                          | 34        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>           | <b>37</b> |
| 4.1. Kebutuhan Program .....                       | 37        |
| 4.2. Tampilan Program .....                        | 40        |
| 4.3. Tahapan Penggunaan .....                      | 41        |
| 4.4. Metode <i>Vision Transformers</i> (ViT) ..... | 48        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                          | <b>50</b> |
| 5.1. Kesimpulan.....                               | 50        |
| 5.2. Saran .....                                   | 50        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                         | <b>52</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu ..... | 19 |
| Tabel 3.1 WaktuPenelitian .....       | 23 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....                      | 22 |
| Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> Metode .....                | 26 |
| Gambar 3.3. <i>Use Case Diagram</i> .....                | 28 |
| Gambar 3.4. <i>Sequence Diagram</i> Set Data Train ..... | 29 |
| Gambar 3.5. <i>Sequence Diagram</i> Deep Learning .....  | 29 |
| Gambar 3.6. <i>Activity Diagram</i> Set Data Train ..... | 30 |
| Gambar 3.7. <i>Activity Diagram</i> Deep Learning .....  | 31 |
| Gambar 3.8. Rancangan Set Data Train .....               | 32 |
| Gambar 3.9. Rancangan Deep Learning .....                | 32 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Stroke iskemik merupakan kondisi medis serius yang terjadi ketika aliran darah ke otak terganggu akibat penyumbatan pembuluh darah. Diagnosis dan penanganan stroke iskemik yang cepat dan akurat sangat penting untuk meminimalkan kerusakan otak dan meningkatkan peluang pemulihan pasien. (Wahyuni, S., & Pujiastutik, Y. E, 2023).

Dalam proses diagnosis, citra medis seperti CT Scan memegang peran penting karena memungkinkan dokter untuk melihat secara visual area otak yang terdampak stroke, menentukan jenis stroke, serta merencanakan langkah pengobatan yang sesuai. Namun, meskipun citra medis sangat membantu, pemeriksaannya sering kali membutuhkan waktu, ketelitian tinggi, serta keahlian khusus. Dokter harus menganalisis citra medis secara cermat untuk mengidentifikasi area otak yang mengalami kerusakan akibat stroke. Proses ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga memiliki potensi terjadinya kesalahan manusia (human error).

Seiring perkembangan teknologi, deep learning menawarkan solusi dalam mengatasi tantangan tersebut. Deep learning merupakan cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan (artificial neural networks) untuk belajar dari data. Dengan kemampuannya dalam mempelajari pola dari citra medis, deep learning dapat dimanfaatkan untuk membangun aplikasi pendeteksi objek yang mampu secara cepat dan akurat mengidentifikasi area otak yang terdampak stroke iskemik pada citra CT Scan.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi pendeteksi objek stroke iskemik berbasis citra CT Scan dengan memanfaatkan metode Vision Transformers (ViT). Aplikasi ini dirancang dalam bentuk berbasis web sehingga dapat dengan mudah digunakan oleh tenaga medis. Diharapkan, aplikasi ini mampu membantu dokter dalam mempercepat analisis citra medis, mengurangi risiko kesalahan manusia, serta mendukung keputusan klinis yang efektif.

Vision Transformers (ViT) sendiri merupakan model visual yang dikembangkan berdasarkan arsitektur Transformer, yang pada awalnya dirancang untuk tugas pemrosesan teks. Dalam ViT, citra input direpresentasikan sebagai serangkaian potongan kecil (patch) yang kemudian diproses layaknya urutan token pada teks. Arsitektur ViT terdiri atas beberapa komponen utama, seperti embedding patch, positional encoding, encoder transformer, serta lapisan klasifikasi. Pendekatan ini memungkinkan ViT untuk mengekstraksi informasi visual secara mendalam dan menyeluruh, sehingga sangat sesuai digunakan dalam analisis citra medis seperti deteksi stroke iskemik.

Dari latar belakang yang telah dijelaskan maka peneliti menyimpulkan judul penelitian ini yaitu “**Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Menggunakan Metode Vision Transformers (ViT)**”.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan Masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana mendeteksi penyakit stroke iskemik melalui pembuluh darah?
2. Bagaimana menerapkan Metode Vision Transformers (ViT) dalam mendeteksi objek yaitu manusia pada citra medis yaitu pembuluh darah?
3. Bagaimana menghasilkan Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT)?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan Masalah pada penelitian Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning menggunakan metode Vision Transformers (ViT) yaitu:

1. Aplikasi untuk deteksi penyakit stroke iskemik melalui pembuluh darah.
2. *Input* aplikasi ini berupa data rekam medis dan data CT Scan di Rumah Sakit Hendra.
3. *Output* aplikasi ini berupa hasil deteksi.
4. Pembuatan Aplikasi ini menggunakan pemrograman *web*.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini merupakan sebagai berikut:

1. Mendeteksi penyakit stroke iskemik melalui pembuluh darah.

2. Menerapkan Metode Vision Transformers (ViT) dalam mendeteksi objek yaitu manusia pada citra medis yaitu pembuluh darah.
3. Menghasilkan Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis.
4. Learning Metode Vision Transformers (ViT).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini merupakan sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil deteksi penyakit stroke iskemik melalui pembuluh darah.
2. Memahami implementasi Metode Vision Transformers (ViT) dalam mendeteksi objek pada citra medis.
3. Mendapatkan wawasan dalam pembuatan perangkat lunak deep learning.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengembangan**

Pengembangan adalah merupakan suatu proses pendidikan jangka panjang yang menggunakan prosedur sistematis, terarah, dan terorganisir dengan baik. Proses ini dijalankan secara berkesinambungan untuk memastikan bahwa individu maupun organisasi dapat meningkatkan kapasitasnya dalam menghadapi berbagai tantangan. Dari sudut pandang manajerial, pengembangan tidak hanya sekadar memberikan tambahan keterampilan praktis, melainkan juga menekankan pada pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengetahuan konseptual serta teoritis. Hal ini penting karena tujuan utama dari pengembangan adalah membantu individu agar mampu berpikir lebih luas, menganalisis persoalan secara kritis, serta menyusun strategi yang efektif demi mencapai tujuan umum organisasi. Dalam konteks kepegawaian, pengembangan dapat dipahami sebagai serangkaian kegiatan yang difokuskan untuk memperbaiki kemampuan pegawai, baik dalam aspek intelektual, sikap, maupun keterampilan. Kegiatan ini tidak hanya berorientasi pada kebutuhan jangka pendek, tetapi juga diarahkan untuk membentuk pola pikir yang visioner. Melalui pengembangan, pegawai didorong untuk terus memperluas pengetahuan mereka, terutama dalam penguasaan teori-teori dasar, metodologi, dan prinsip-prinsip yang dapat diterapkan dalam berbagai situasi pekerjaan. Selain itu, pengembangan juga memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan. Pegawai yang dibekali dengan pemahaman konseptual dan teoritis akan lebih siap menghadapi kompleksitas persoalan organisasi, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi kebijakan. Dengan demikian, pengembangan dapat dipandang sebagai investasi jangka panjang bagi organisasi, karena kualitas sumber daya manusia yang berkembang secara konsisten akan menjadi faktor kunci dalam pencapaian tujuan bersama, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. (Sahadi et al., 2022).

Dalam kamus besar bahasa Indonesia, pengembangan secara etimologi berasal dari kata kembang yang berarti menjadi tambah sempurna (tentang pribadi, pikiran, pengetahuan dan sebagainya). Pengembangan berarti proses, cara,

perbuatan. Dan secara istilah, pengembangan merupakan suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan baik berupa proses, produk, dan rancangan. Adapun pengertian lain dari pengembangan adalah proses atau langkah yang dilakukan untuk membuat atau menyempurnakan sebuah produk yang sesuai dengan acuan kriteria produk yang dibuat. (Rahmawati et al., 2022).

## **2.2 Aplikasi**

Aplikasi adalah alat bantu untuk mempermudah dan mempercepat proses pekerjaan dan bukan merupakan beban bagi penggunanya. Aplikasi, dalam konteks teknologi dan digital, dirancang sebagai alat bantu yang bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat berbagai proses pekerjaan. Inti dari pengembangan aplikasi adalah untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan efektivitas pengguna dalam menyelesaikan tugas-tugas mereka. Aplikasi yang baik seharusnya tidak menjadi beban bagi penggunanya, melainkan menjadi solusi yang menyederhanakan dan memperlancar alur kerja. (Syabania & Rosmawani, 2021).

### **1. Definisi Aplikasi**

Aplikasi adalah sebuah program komputer yang dibuat dengan tujuan tertentu untuk membantu pengguna dalam menyelesaikan pekerjaan atau aktivitas tertentu. Aplikasi dapat berbasis desktop, web, maupun mobile, sesuai dengan kebutuhan pengguna.

### **2. Jenis-Jenis Aplikasi**

#### **a. Aplikasi Desktop**

dijalankan pada komputer atau laptop, seperti Microsoft Word atau Excel.

#### **b. Aplikasi Mobile**

digunakan pada perangkat smartphone, contohnya WhatsApp, Tokopedia, dan Gojek.

#### **c. Aplikasi Web**

diakses melalui browser dengan koneksi internet, seperti Gmail, Google Drive, dan aplikasi e-Government.

#### **d. Aplikasi Enterprise**

digunakan dalam skala organisasi besar, misalnya ERP (Enterprise Resource Planning) atau aplikasi manajemen kepegawaian.

### 3. Fungsi Aplikasi

Aplikasi memiliki peran penting dalam memudahkan aktivitas manusia. Beberapa fungsinya antara lain:

- a. Mempermudah proses administrasi dan manajemen.
- b. Menghemat waktu dan tenaga dalam menyelesaikan pekerjaan.
- c. Menyediakan sarana komunikasi dan kolaborasi yang lebih efektif.
- d. Membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data.

### 4. Manfaat Aplikasi dalam Kehidupan Sehari-hari

- a. Di bidang pemerintahan, aplikasi membantu dalam transparansi data, pelayanan publik yang cepat, dan pengelolaan informasi yang lebih baik.
- b. Di bidang pendidikan, aplikasi digunakan untuk e-learning, ujian online, hingga pengelolaan data akademik.
- c. Di bidang bisnis dan perdagangan, aplikasi mendukung transaksi online, pemasaran digital, dan manajemen inventori.
- d. Di bidang kesehatan, aplikasi bermanfaat untuk pendaftaran pasien online, rekam medis elektronik, serta telemedicine.

### 5. Perkembangan dan Tren Aplikasi

Saat ini perkembangan aplikasi semakin pesat, terutama dengan hadirnya teknologi berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), Internet of Things (IoT), serta komputasi awan (cloud computing). Aplikasi modern tidak hanya digunakan sebagai alat bantu, tetapi juga menjadi bagian integral dari transformasi digital dalam berbagai sektor. (Sari et al., 2021).

## 2.3 Pendeteksi

Deteksi objek merupakan teknologi yang masih terus berkembang dan banyak peneliti tertarik untuk melakukan perkembangan lebih lanjut untuk memaksimalkan kinerja deteksi objek. Deteksi objek juga merupakan teknologi komputer yang terkait dengan citra digital dan pengolahan citra yang berfungsi untuk mendeteksi sebuah objek seperti manusia, gedung, atau mobil. (Ariya & Lina, 2023).

Secara umum, **deteksi** adalah proses untuk menemukan atau mengonfirmasi keberadaan suatu entitas, baik yang bersifat fisik maupun non-fisik. Entitas tersebut dapat berupa objek nyata, seperti benda, gerakan, maupun suara; atau dapat pula berupa data dan pola abstrak, seperti gejala penyakit, anomali dalam sistem komputer, ataupun pola perilaku tertentu dalam data statistik.

Lebih lanjut, deteksi memiliki peranan penting dalam berbagai bidang kehidupan.

1. Dalam bidang keamanan, deteksi digunakan untuk mengidentifikasi potensi ancaman, seperti deteksi wajah pada sistem pengawasan, deteksi sidik jari pada sistem autentikasi, atau deteksi log aktivitas pada sistem jaringan.
2. Dalam bidang kesehatan, deteksi bermanfaat untuk menemukan penyakit atau gangguan sejak dini, misalnya deteksi kanker, deteksi stroke, atau deteksi dini gejala tertentu melalui pemeriksaan medis.
3. Dalam bidang teknologi, deteksi diaplikasikan pada pengenalan pola citra digital, deteksi objek pada visi komputer, hingga deteksi suara pada sistem pengenalan ucapan.
4. Dalam bidang lingkungan, deteksi digunakan untuk memantau kualitas udara, mendeteksi gempa bumi, atau mengidentifikasi perubahan iklim yang berpotensi membahayakan kehidupan.

Dengan demikian, deteksi bukan hanya sekadar aktivitas pengamatan biasa, melainkan sebuah proses yang membutuhkan metode khusus, perangkat bantu, bahkan sistem berbasis teknologi untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara akurat. Perkembangan teknologi modern, seperti kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), pembelajaran mesin (Machine Learning), serta sensor cerdas, semakin memperluas cakupan dan kemampuan deteksi di berbagai aspek kehidupan. (Gojali & Tjong, 2023).

## 2.4 Objek

Objek adalah hal, perkara, atau orang yang menjadi pokok pembicaraan maupun pusat perhatian dalam suatu konteks tertentu. Objek dapat dipahami sebagai segala sesuatu yang dijadikan sasaran untuk diamati, diteliti, dipelajari, atau diperhatikan secara mendalam. Dalam pengertian sederhana, objek merupakan

sesuatu yang berdiri di hadapan subjek dan menjadi titik fokus dari sebuah proses pengamatan atau kajian. Secara umum, objek dapat berbentuk benda nyata, fenomena, peristiwa, maupun konsep abstrak. Misalnya, dalam penelitian ilmiah, objek bisa berupa masyarakat, perilaku, data, atau peristiwa tertentu yang menjadi sasaran pengumpulan informasi. Sementara dalam ilmu filsafat, objek dipahami sebagai segala sesuatu yang berada di luar diri subjek, yang dapat diketahui atau dipikirkan. Dengan demikian, makna objek sangat bergantung pada konteks keilmuan maupun bidang kajian yang digunakan. (Yahya et al., 2022).

Objek penelitian merupakan sesuatu yang menjadi perhatian dalam suatu penelitian, objek penelitian ini menjadi sasaran dalam penelitian untuk mendapat jawaban maupun solusi dari permasalahan. Objek adalah tempat penulis melakukan penelitian. (Efitriana & Liana, 2022).

## 2.5 Citra

Citra (image) merupakan istilah lain untuk gambar sebagai bentuk informasi visual yang memegang peranan penting dalam komponen multimedia. Pengolahan citra digital (Digital Image Processing) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer. (Pangaribuan & Sitohang, 2023).

Secara sederhana, citra merupakan image pada bidang dwimatra (dua dimensi). Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyalsinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. Citra terbagi atas dua jenis yaitu citra analog dan citra digital:

### 1. Citra Analog

Citra analog adalah citra yang dihasilkan oleh sinyal kontinyu, misalnya foto yang dicetak di kertas foto, citra yang tampil di layar TV, citra yang dihasilkan oleh CT-scan, citra yang tersimpan dalam pita kaset dan

lain- lain. Citra analog tidak dapat ditampilkan dalam komputer sehingga tidak dapat diakses di komputer secara langsung. Karena itu, agar citra analog dapat diproses di komputer, proses konversi analog ke digital harus dilakukan terlebih dahulu.

## 2. Citra Digital

Citra digital merupakan barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Adapun jenis-jenis citra digital sebagai berikut:

### a. Citra Red, Green, Blue (RGB)

Citra yang direpresentasikan dalam model warna RGB terdiri dari tiga komponen citra, masing-masing untuk setiap warna primer (Red, Green, Blue) ketika ditampilkan di monitor RGB, tiga kombinasi citra ini berada di layar fosfor untuk menghasilkan warna citra komposit. Jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan setiap piksel dalam space RGB disebut pixel depth. Setiap citra RGB adalah citra 8- bit. Dalam kondisi setiap warna piksel RGB [maka, triplet dari nilai (R,G,B)] mempunyai kedalaman 24-bit (3 lapis citra dengan jumlah bit per lapis)

### b. Citra Grayscale

Citra grayscale merupakan matriks data yang nilai-nilainya mewakili intensitas setiap piksel berkisar antara 0 – 255. Setiap piksel membutuhkan 8 bit memori. Untuk melakukan perubahan suatu gambar full color (RGB) menjadi suatu citra grayscale (gambar keabuan), metode yang digunakan, yaitu:  $(0,2990 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B)$ .

### c. Citra Biner

Pada citra biner, tiap-tiap piksel hanya membutuhkan 1 bit memori. Oleh karena itu, setiap piksel hanya mempunyai 2 buah kemungkinan nilai intensitas, yaitu 1 atau 0. (Pebriola Br Manik et al., 2024)

## 2.6 Medis

Menurut penjelasan Bab VII, Pasal 46 Ayat 1 Undang-Undang Nomor 29 Tahun 2004 tentang Praktik Kedokteran, rekam medis adalah identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, dan tindakan serta pelayanan lain yang diberikan kepada pasien. Secara sederhana, rekam medis hanyalah catatan dan dokumen yang berisi

tentang kondisi pasien, namun jika ditelaah lebih dalam, rekam medis memiliki arti yang lebih kompleks dari sekedar catatan biasa. Dalam catatan ini, semua informasi tentang pasien digunakan dan direfleksikan sebagai dasar untuk menentukan lebih lanjut atau perilaku medis lainnya selama layanan yang diberikan kepada pasien yang berkonsultasi dengan layanan medis. (Fitriani et al., 2022).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 269/MENKES/PER/2008 tentang rekam medis, rekam medis merupakan berkas atau dokumen yang berisikan catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan, dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien. Kegiatan rekam medis terdiri dari proses penyelenggaraan dan proses pengolahan. Dalam artian luas rekam medis tidak hanya sekedar kegiatan pencatatan akan tetapi mempunyai pengertian sebagai satu sistem penyelenggaraan suatu unit kegiatan. Sedangkan kegiatan pencatatannya sendiri hanya merupakan salah satu bentuk kegiatan yang tercantum didalam uraian tugas pada unit rekam medis. (Maria Ulfa et al., 2020).

## 2.7 Deep Learning

*Deep Learning* merupakan salah satu cabang dari *Machine Learning* yang fokus pada penggunaan arsitektur jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*) dengan banyak lapisan (*deep neural network*) untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks dalam berbagai domain. Teknologi ini bekerja dengan cara meniru cara kerja otak manusia dalam memproses informasi, yaitu dengan memanfaatkan lapisan-lapisan neuron buatan yang saling terhubung untuk mengekstraksi pola, fitur, dan representasi dari data. *Deep learning* sering pula disebut sebagai *deep structured learning* atau *hierarchical learning* karena proses pembelajarannya dilakukan secara bertingkat (hierarkis). Setiap lapisan dalam jaringan saraf bertugas untuk mengekstraksi fitur yang berbeda, mulai dari fitur sederhana pada lapisan awal hingga fitur yang lebih kompleks pada lapisan terdalam. Misalnya, dalam pengolahan citra, lapisan awal dapat mengenali garis atau tepi gambar, sedangkan lapisan berikutnya mengenali bentuk atau objek yang lebih rumit. (Wahyuni & Sulaeman, 2022).

Keunggulan *deep learning* terletak pada kemampuannya dalam menangani data berukuran besar (*big data*) serta data yang tidak terstruktur, seperti gambar, suara, maupun teks. Hal ini membuat *deep learning* sangat efektif digunakan dalam berbagai bidang, antara lain:

1. *Computer Vision*, seperti deteksi objek, pengenalan wajah, dan segmentasi citra.
2. *Natural Language Processing* (NLP), seperti penerjemahan otomatis, analisis sentimen, dan chatbot.
3. *Speech Recognition*, misalnya asisten virtual seperti Siri, Alexa, atau Google Assistant.
4. Kesehatan, seperti deteksi penyakit melalui citra medis (MRI, CT Scan, dan X-Ray).
5. Transportasi, contohnya pada sistem kendaraan otonom (self-driving car).

Seiring dengan kemajuan teknologi komputasi, terutama penggunaan GPU (*Graphics Processing Unit*) dan TPU (*Tensor Processing Unit*), *deep learning* mampu melakukan proses pelatihan model yang jauh lebih cepat dan efisien. Oleh karena itu, *deep learning* tidak hanya menjadi bagian dari perkembangan *machine learning*, tetapi juga menjadi salah satu pendorong utama dalam revolusi *Artificial Intelligence* (AI) modern. (Wahyuni & Sulaeman, 2022).

*Deep Learning* adalah cabang ilmu dari *Machine Learning* yang algoritmanya terinspirasi dari struktur otak manusia. Struktur tersebut dinamakan Artificial Neural Networks atau disingkat ANN atau disebut juga Jaringan Saraf Tiruan atau disingkat JTT. *Deep Learning* juga memiliki algoritma tersendiri antara- lain: Convolutional Neural Network (CNN), Long Short Term Memory Network (LSTM), (RNN), Self Organizing Maps (SOM), Vision Transformers (ViT). (Alfarizi et al., 2023).

Banyak terdapat algoritma atau metode pada *Deep Learning* salah satunya adalah *Vision Transformers* (ViT) dan berikut adalah langkah dan rumus *Vision Transformers* (ViT):

### 2.7.1 Pengantar *Vision Transformers* (ViT)

Bagian ini menjelaskan secara umum tentang *Vision Transformers*, bagaimana konsep ini muncul, serta perbedaannya dengan metode konvensional seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN). *Vision Transformers* merupakan arsitektur deep learning berbasis self-attention yang digunakan untuk pemrosesan gambar tanpa menggunakan operasi konvolusi seperti pada CNN.

### 2.7.2 Arsitektur *Vision Transformers* (ViT)

Arsitektur ViT terdiri dari beberapa komponen utama. Pertama, *Patch Embedding* yang berfungsi mengubah gambar menjadi sekumpulan patch kecil yang diproses sebagai token dalam Transformer. Kedua, *Positional Encoding* yang bertujuan mempertahankan informasi posisi dari setiap *patch* agar model dapat memahami hubungan spasial dalam gambar. Ketiga, Transformer Encoder yang terdiri dari *Multi-Head Self-Attention* (MHSA) dan *Feedforward Neural Network* (FNN) untuk memproses informasi visual secara global. Keempat, *Classification Head* yang digunakan untuk menghasilkan output berupa prediksi kelas berdasarkan fitur yang telah dipelajari oleh model.

### 2.7.3 Langkah-Langkah dalam *Vision Transformers*

Langkah pertama dalam ViT adalah Preprocessing Gambar, di mana gambar dikonversi menjadi matriks piksel, dinormalisasi, dan diproses menggunakan teknik augmentasi jika diperlukan. Langkah kedua adalah Patch Embedding yang membagi gambar menjadi patch berukuran  $P \times PP$  dan mengubahnya menjadi vektor embedding melalui transformasi linear. Langkah ketiga adalah Positional Encoding yang menambahkan informasi posisi ke dalam setiap patch agar model tetap memahami urutan spasialnya. Langkah keempat adalah Self-Attention Mechanism yang mencakup perhitungan Query (Q), Key (K), dan Value (V), kemudian menghitung Self-Attention Score menggunakan rumus:

$$A = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right) \dots \dots \dots (1)$$

Langkah kelima adalah Feedforward Network & Normalisasi yang memproses informasi lebih lanjut dengan transformasi non-linear dan normalisasi untuk meningkatkan stabilitas pelatihan. Langkah terakhir adalah Output berupa

hasil klasifikasi atau segmentasi yang dihasilkan berdasarkan representasi fitur yang telah dipelajari oleh Transformer Encoder.

#### 2.7.4 Rumus-Rumus dalam Vision Transformers

Beberapa rumus utama dalam Vision Transformers adalah sebagai berikut. Pertama, Patch Partitioning yang digunakan untuk menghitung jumlah patch dalam gambar, dirumuskan sebagai:

$$N = \frac{H \times W}{P^2} \dots\dots\dots (2)$$

Kedua, Self-Attention Score yang menghitung perhatian antar patch dalam gambar menggunakan perhitungan dot product antara Query dan Key yang dinormalisasi dengan akar dari dimensi key, dirumuskan sebagai:

$$A = \frac{QK^T}{\sqrt{d_k}} \dots\dots\dots (3)$$

Ketiga, Final Attention Output yang merupakan hasil akhir dari mekanisme self-attention, diperoleh dengan mengalikan Attention Score dengan Value:

$$\text{Attention Output} = AV \dots\dots\dots (4)$$

#### 2.7.5 Kelebihan dan Kekurangan Vision Transformers

Vision Transformers memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan CNN. Pertama, ViT mampu memahami hubungan spasial lebih luas karena menggunakan mekanisme self-attention yang tidak terbatas pada receptive field seperti CNN. Kedua, ViT memiliki performa tinggi dalam gambar beresolusi besar karena mampu menangkap informasi dari seluruh bagian gambar secara global.

Meskipun demikian, ViT juga memiliki beberapa kelemahan. Pertama, ViT membutuhkan dataset yang sangat besar untuk pelatihan agar dapat mencapai performa optimal, karena model ini tidak memiliki inductive bias seperti CNN. Kedua, ViT kurang efisien dibandingkan CNN pada dataset kecil, karena jumlah parameter yang lebih besar membuatnya lebih rentan terhadap overfitting jika data yang tersedia terbatas.

### 2.8. Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang berorientasi obyek dinamis, mudah dipahami, dan dapat digunakan untuk bermacam-macam pengembangan

perangkat lunak. Python hadir dengan pustaka-pustaka standar yang dapat diperluas serta dapat dipelajari hanya dalam beberapa hari. Salah satu framework yang dimiliki oleh Python adalah Flask. Flask adalah sebuah micro-framework berbasis bahasa Python yang tidak memiliki banyak tools dan library. Untuk membuat pengembangan lebih efisien maka digunakan Flask. Flask diterapkan karena dapat berjalan pada program yang berkapasitas energi kecil serta dengan memory yang rendah sehingga tidak memerlukan resource yang besar. Walaupun framework Flask ringan akan tetapi fungsinya masih bisa berjalan sesuai yang dibutuhkan. (Syafi'i et al, 2025).

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dibuat oleh Guido Van Rossum dan dirilis pada tahun 1991 Python juga merupakan bahasa yang sangat populer belakangan ini. Selain itu python juga merupakan bahasa pemrograman yang multi fungsi contohnya python dapat digunakan untuk Machine Learning dan Deep Learning. Python dipilih sebagai penelitian karena python memiliki penulisan sintaksis yang mudah selain itu python juga memiliki library yang lengkap dan memiliki dukungan komunitas yang kuat karena python bersifat open source. Untuk menuliskan source code python anda dapat menggunakan IDE seperti vs code, sublime text, PyCharm atau anda juga dapat menggunakan IDE online seperti Jupyter notebook dan google colab. (Alfarizi et al., 2023).

## **2.9. HTML**

HTML merupakan sebuah dasar ataupun pondasi bahasa pemrograman sebuah web page, HTML muncul sebagai standar baru dari kemajuan dan berkembangnya internet, pada pertama kali muncul internet masih dalam keadaan berbasis text dimana tampilan sebuah halaman web hanya berisikan sebuah text yang monotone tanpa sebuah format dokumen secara visual, bayangkan saja sebuah dokument text yang dikemas dalam bungkus format seperti tipe file .teks atau sering disebut notepad, tanpa paragraph, satu warna, satu ukuran huruf tanpa gambar serta tidak adanya visual format dokumen seperti halnya Ms. Word, hal ini akan sangat membosankan dalam membaca. dan selain itu pertama kali muncul internet user mengakses masih menggunakan sebuah terminal, hal itu jelas sangatlah tidak friendly. Pemrograman HTML muncul seiring perkembangan teknologi dan

informasi. *Hypertext markup language* (HTML) merupakan bahasa pemrograman yang biasa digunakan untuk membuat komponen pada halaman *web*. (Atmaja,2022).

## 2.10. PHP

PHP merupakan *script* yang terintegrasi dengan HTML dan berada pada *server* (*server side HTML embedded scripting*). PHP adalah *script* yang digunakan untuk membuat halaman *website* yang dinamis. (Sitanggang Rianto et al., 2022). Kelebihan dari bahasa pemrograman PHP:

1. PHP adalah bahasa *multiplatform* yang artinya dapat berjalan di berbagai mesin dan sistem informasi (Linux, Unix, Macintosh, Windows) dan dapat dijalankan secara runtime melalui console serta juga dapat menjalankan perintah-perintah sistem lainnya.
2. PHP bersifat *Open Source* yang berarti dapat digunakan oleh siapa saja secara gratis.
3. *Web server* yang mendukung PHP dapat ditemukan di mana-mana dari mulai apache, IIS, Lighttpd, nginx, hingga Xitami dengan konfigurasi yang relatif mudah dan tidak berbelit-belit, bahkan banyak yang membuat dalam bentuk paket atau package (PHP, MySQL, dan *Web Server*).
4. Dalam sisi pengembangan lebih mudah, karena banyaknya *milis- milis*, komunitas dan *developer* yang siap membantu dalam pengembangan.
5. Dalam sisi pemahaman, PHP adalah bahasa *scripting* yang paling banyak mudah karena memiliki referensi yang banyak.
6. Banyak bertebaran aplikasi dan program PHP yang gratis dan siap pakai seperti *wordpress*, *prestashop*, dan lain-lain.
7. Dapat mendukung banyak *database*, seperti MySQL, Oracle, MS-SQL, dan lain sebagainya. (Sitanggang Rianto et al., 2022).

## 2.11. CSS

CSS (*Cascading Style Sheet*) adalah bahasa pemrograman untuk memberikan tampilan desain yang akan digunakan pada *web* seperti warna, *font*, *outline*, *background*, menyesuaikan tampilan *website* dengan ukuran layar, dan lain

sebagainya. CSS digunakan pada pembuatan *website* ini adalah untuk berkolaborasi dengan HTML agar dapat menghasilkan tampilan *website* yang menarik. (Sari et al., 2022).

### 2.12. Javascript

*JavaScript* merupakan bahasa *script* yang meghidupkan halaman-halaman HTML. *JavaScript* dapat dijalankan hampir pada semua *platform*. *JavaScript* sangat identik dengan *browser*, sehingga sangat terintegrasi dengan HTML. Ketika *browser* memuat suatu halaman, *server* akan mengirimkan konten utuh dari dokumen termasuk HTML dan statemen-*statement* dari *JavaScript*. Konten HTML kemudian dibaca baris demi baris hingga sampai pada pembacaan *JavaScript*, pada saat itu interpreter *JavaScript* akan mengambil alih. Ketika *tag* penutup *JavaScript* diraih, pemrosesan HTML kemudian berlanjut. Program *JavaScript* digunakan untuk melakukan deteksi dan bereaksi terhadap tindakan yang dilakukan oleh pengguna. *JavaScript* dapat digunakan untuk mengatur tampilan halaman. *JavaScript* juga digunakan untuk memvalidasi *input* dari pengguna ke dalam sebuah form sebelum pengiriman *form* ke *server* dilakukan. *JavaScript* berperan sebagai bahasa pemrograman yang memiliki konstruksi-konstruksi dasar seperti variabel dan tipe data. *JavaScript* juga dapat menangani *event* yang diinisiasi oleh pengguna dan menetapkan timing. Kombinasi dari HTML, CSS, dan *JavaScript* akan menjadikan suatu *website* yang atraktif bagi pengguna. (Arindra Putawa et al.,2022).

### 2.13. Notepad++

Notepad merupakan editor teks yang biasa digunakan, dan fungsi-fungsi yang telah ada didalam PHP tidak membedakan huruf besar dan huruf kecil.(Arianto Pradana & Ibnu Hardi, 2021).

### 2.14. Unified Modeling Language (UML)

*Unified Modeling Language* (UML) yaitu satu kumpulan konvensi permodelan yang digunakan untuk menentukan atau menggambarkan sebuah sistem perangkat lunak yang terkait dengan objek. UML merupakan suatu kumpulan teknik terbaik yang telah terbukti sukses dalam memodelkan system

yang besar dan kompleks. UML tidak hanya digunakan dalam proses pemodelan perangkat lunak, namun hampir dalam semua bidang yang membutuhkan pemodelan. (Andikos, 2019).

Alat bantu yang digunakan dalam perancangan berorientasi objek berbasis UML adalah sebagai berikut:

1. *Use Case Diagram*

*Use case diagram* menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Yang ditekankan adalah “apa” yang diperbuat sistem, dan bukan “bagaimana”. Sebuah *use case* merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem

2. *Diagram Aktivitas (Activity Diagram)*

*Activity diagram* menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir.

3. *Diagram Urutan (Sequence Diagram)*

*Sequence diagram* menggambarkan interaksi antar objek di dalam dan di sekitar sistem (termasuk pengguna, display, dan sebagainya) berupa message yang digambarkan terhadap waktu.

4. *Class Diagram (Diagram Kelas)*

*Class* adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. *Class diagram* menggambarkan struktur dan deskripsi class, package dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti containment, pewarisan, asosiasi, dan lain- lain.

## 2.16. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berkaitan dengan penulisan skripsi yang penulis buat dan disajikan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu**

| No. | Penulis                 | Judul                                   | Objek         | Kesimpulan                           |
|-----|-------------------------|-----------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| 1   | Indraswari et al (2022) | Deteksi Penyakit Mata Pada Citra Fundus | Penyakit Mata | Eksperimen pada dataset citra fundus |

|   |                            |                                                                                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                            | Menggunakan Vision Transformers (ViT)                                                                                   | Manusia                     | yang terdiri dari 601 citra dan terbagi dalam dua kelas (“Normal” dan “Abnormal”) menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu memberikan performa yang baik pada dataset berukuran relatif kecil yang berisi berbagai jenis penyakit mata dengan nilai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2 | Zahir & Adi Saputra (2024) | Deteksi Penyakit Retinopati Diabetes Menggunakan Citra Mata Dengan Implementasi Deep Learning Vision Transformers (ViT) | Penyakit Retinopati Manusia | Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari Kaggle, lalu kemudian dilakukan pengolahan yang terdiri dari 802 file gambar mata normal dan 796 file gambar mata penderita retinopati diabetes. Kemudian data tersebut dibagi lagi menjadi dua kategori yaitu 20% dari data keseluruhan file gambar mata normal dan bagian juga dengan file gambar data penderita retinopati diabetes. Dimana 20% data tersebut akan digunakan untuk data uji coba dan untuk 80% data gambar tersebut akan dipakai untuk data latih. Adapun hasil dari latihan data tersebut diperoleh hasil yang cukup |

|   |                            |                                                                                                   |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                            |                                                                                                   |                              | memuaskan, dimana diperoleh data akurasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3 | Efrian & Latifa (2022)     | Image Recognition Berbasis Vision Transformers (ViT) Untuk Mendeteksi Penyakit Kulit Pada Manusia | Penyakit Kulit Manusia       | Hasil deteksi image recognition berbasis Vision Transformers (ViT) untuk mendeteksi penyakit kulit pada manusia menunjukkan keberhasilan dengan tingkat akurasi sebesar 99% dan loss sebesar                                                                                                                                                                                                   |
| 4 | Prastika & Zuliarso (2021) | Deteksi Penyakit Kulit Wajah Menggunakan Tensorflow Dengan Metode Vision Transformers (ViT)       | Penyakit Kulit Wajah Manusia | Deteksi penyakit kulit wajah dengan menggunakan dataset sebanyak 700 citra penyakit kulit wajah dengan jumlah 20 jenis penyakit diperoleh ketepatan tertinggi 99,91% dan presentase rata-rata ketepatan 80%. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil dari klasifikasi penyakit kulit wajah dengan menggunakan algoritma Vision Transformers (ViT) dapat berfungsi dengan cukup maksimal. |
| 5 | Verdy & Ery Hartati (2024) | Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Vision Transformers (ViT)                                   | Penyakit Mata Manusia        | Dari hasil penelitian klasifikasi penyakit mata menggunakan Metode Vision Transformers (ViT) dengan arsitektur model AlexNet, dengan pembaruan berupa menggunakan 4 kelas yaitu normal,                                                                                                                                                                                                        |

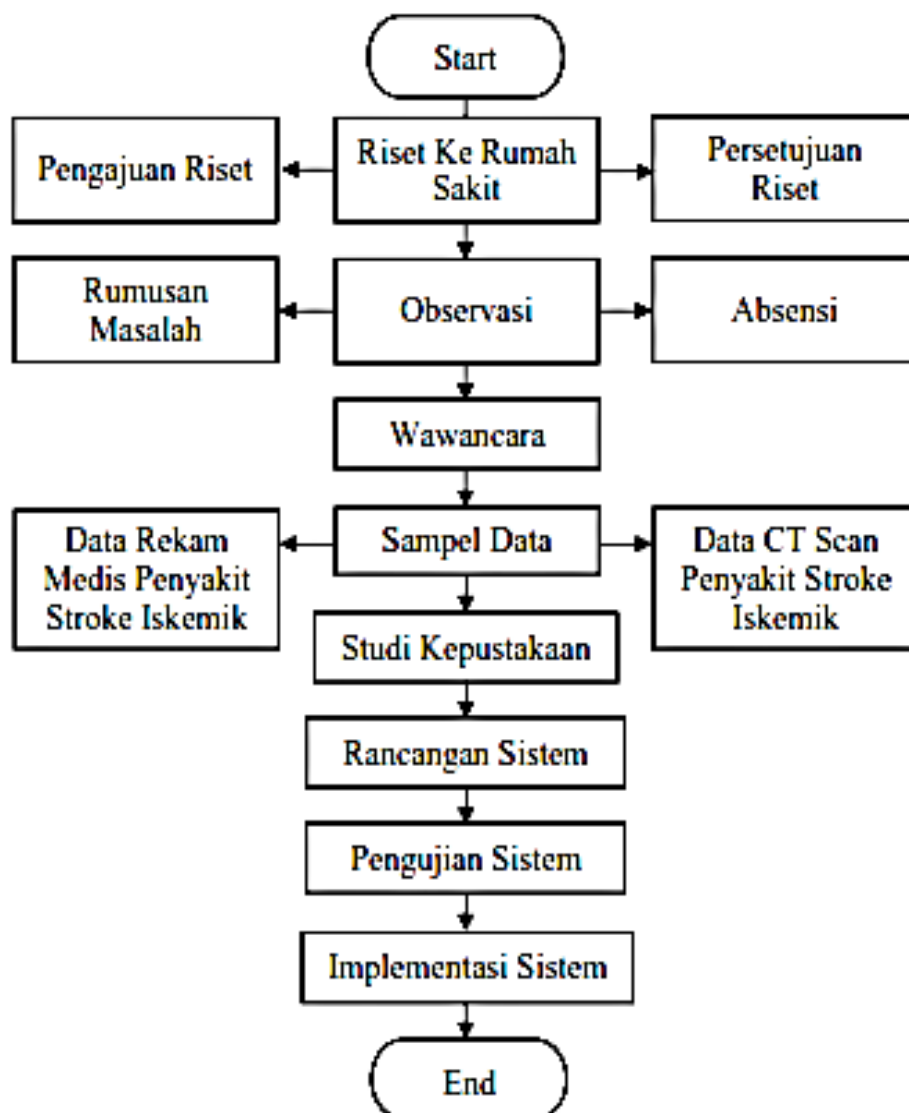
|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>katarak, glaucoma dan retina disease dilanjutkan dengan melakukan tahapan pre-processing mengubah ukuran citra menjadi 224x224px. Langkah selanjutnya feature extraction dengan 3 lapisan yaitu lapisan convutional, lapisan pooling, lapisan fully connected sesuai dengan arsitektur yang</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini Menggunakan penelitian kuantitatif dan kualitatif. Dimana penelitian kuantitatif digunakan untuk pengumpulan data dan penelitian kualitatif digunakan untuk wawancara sebagai kelengkapan data dan kepastian penelitian.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian untuk menyelesaikan penelitian mengenai Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning menggunakan metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Hendra yang beralamat di Jl. Simpang Kuala, Binjai.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan dimulai dari bulan Desember sampai dengan bulan Februari tahun 2025.

**Tabel 3.1 Waktu Penelitian**

| No. | Kegiatan Penelitian                     | Waktu Penelitian |         |          |
|-----|-----------------------------------------|------------------|---------|----------|
|     |                                         | Desember         | Januari | Februari |
| 1   | Observasi dan Analisis                  |                  |         |          |
| 2   | Pengumpulan Data                        |                  |         |          |
| 3   | Pembuatan proposal & Bimbingan proposal |                  |         |          |
| 4   | Seminar Proposal                        |                  |         |          |
| 5   | Riset                                   |                  |         |          |
| 6   | Penyusunan Skripsi                      |                  |         |          |

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang peneliti lakukan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut :

#### 1. Observasi

Peneliti melakukan observasi ke RS. Hendra untuk mendapatkan data mengenai data rekam medis dan data CT Scan Penyakit Stroke Iskemik.

#### 2. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara dengan Bapak Marthin untuk menanyakan tentang data rekam medis dan data CT Scan Penyakit Stroke Iskemik. Pertanyaan wawancara yang diajukan diantaranya:

- a. Bolehkah saya memperoleh data rekam medis untuk dasar deteksi penyakit di pembuluh darah?
- b. Bolehkah saya memperoleh data CT Scan Penyakit Stroke Iskemik untuk dasar deteksi penyakit di pembuluh darah?
- c. Bagaimana prosedur yang saat ini berjalan dalam hal deteksi pembuluh darah?

### 3. Sampel Data

Peneliti mengumpulkan beberapa sampel dan data-data dari tempat riset untuk digunakan sebagai contoh untuk penelitian ini.

- a. Data Rekam Medis
- b. Data CT Scan Penyakit Stroke Iskemik

### 4. Studi Kepustakaan

Penelitian kepustakaan yang peneliti lakukan bertujuan untuk mengumpulkan referensi yang digunakan untuk penelitian ini.

## 3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penerapan Metode Vision Transformers (ViT) tahapan yang dilakukan adalah:

### 3.4.1 Pengantar Vision Transformers (ViT)

Bagian ini menjelaskan secara umum tentang Vision Transformers, bagaimana konsep ini muncul, serta perbedaannya dengan metode konvensional seperti Convolutional Neural Networks (CNN). Vision Transformers merupakan arsitektur deep learning berbasis self-attention yang digunakan untuk pemrosesan gambar tanpa menggunakan operasi konvolusi seperti pada CNN.

### 3.4.2 Arsitektur Vision Transformers (ViT)

Arsitektur ViT terdiri dari beberapa komponen utama. Pertama, Patch Embedding yang berfungsi mengubah gambar menjadi sekumpulan patch kecil yang diproses sebagai token dalam Transformer. Kedua, Positional Encoding yang bertujuan mempertahankan informasi posisi dari setiap patch agar model dapat memahami hubungan spasial dalam gambar. Ketiga, Transformer Encoder yang

terdiri dari Multi-Head Self-Attention (MHSA) dan Feedforward Neural Network (FNN) untuk memproses informasi visual secara global. Keempat, Classification Head yang digunakan untuk menghasilkan output berupa prediksi kelas berdasarkan fitur yang telah dipelajari oleh model.

### 3.4.3 Langkah-Langkah dalam Vision Transformers

Langkah pertama dalam ViT adalah Preprocessing Gambar, di mana gambar dikonversi menjadi matriks piksel, dinormalisasi, dan diproses menggunakan teknik augmentasi jika diperlukan. Langkah kedua adalah Patch Embedding yang membagi gambar menjadi patch berukuran  $P \times PP$

$\times PP \times P$  dan mengubahnya menjadi vektor embedding melalui transformasi linear. Langkah ketiga adalah Positional Encoding yang menambahkan informasi posisi ke dalam setiap patch agar model tetap memahami urutan spasialnya.

Langkah keempat adalah Self-Attention Mechanism yang mencakup perhitungan Query (Q), Key (K), dan Value (V), kemudian menghitung Self-Attention Score menggunakan rumus:

$$\dots\dots\dots(1)$$

$$A = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right).$$

Langkah kelima adalah Feedforward Network & Normalisasi yang memproses informasi lebih lanjut dengan transformasi non-linear dan normalisasi untuk meningkatkan stabilitas pelatihan. Langkah terakhir adalah Output berupa hasil klasifikasi atau segmentasi yang dihasilkan berdasarkan representasi fitur yang telah dipelajari oleh Transformer Encoder.



**Gambar 3.2. Flowchart Metode**

### 3.4.5 Rumus-Rumus dalam Vision Transformers

Beberapa rumus utama dalam Vision Transformers adalah sebagai berikut. Pertama, Patch Partitioning yang digunakan untuk menghitung jumlah patch dalam gambar, dirumuskan sebagai:

$$N = \frac{H \times W}{P^2} \quad \text{..... (2)}$$

Kedua, Self-Attention Score yang menghitung perhatian antar patch dalam gambar menggunakan perhitungan dot product antara Query dan Key yang dinormalisasi dengan akar dari dimensi key, dirumuskan sebagai:

$$A = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right) \quad \text{..... (3)}$$

Ketiga, Final Attention Output yang merupakan hasil akhir dari mekanisme self-attention, diperoleh dengan mengalikan Attention Score dengan Value:  $\text{Attention Output} = AV \dots\dots\dots (4)$

### 3.4.6 Kelebihan dan Kekurangan Vision Transformers

Vision Transformers memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan CNN. Pertama, ViT mampu memahami hubungan spasial lebih luas karena menggunakan mekanisme self-attention yang tidak terbatas pada receptive field seperti CNN. Kedua, ViT memiliki performa tinggi dalam gambar beresolusi besar karena mampu menangkap informasi dari seluruh bagian gambar secara global.

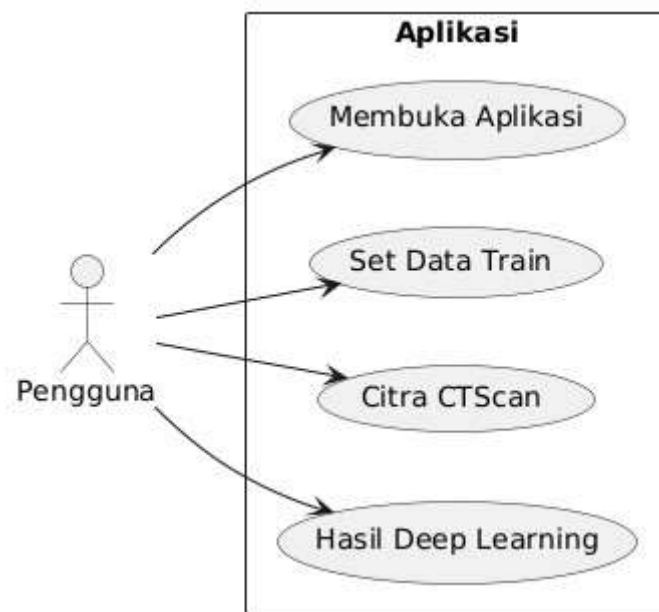
Meskipun demikian, ViT juga memiliki beberapa kelemahan. Pertama, ViT membutuhkan dataset yang sangat besar untuk pelatihan agar dapat mencapai performa optimal, karena model ini tidak memiliki inductive bias seperti CNN. Kedua, ViT kurang efisien dibandingkan CNN pada dataset kecil, karena jumlah parameter yang lebih besar membuatnya lebih rentan terhadap overfitting jika data yang tersedia terbatas.

## 3.5 Struktur Data Yang Digunakan

Struktur data yang digunakan dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:

### 3.5.1. Use Case Diagram

*Use Case Diagram* dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:



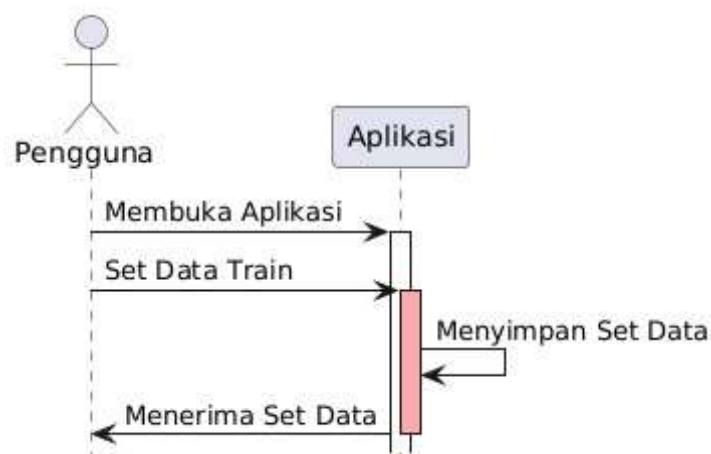
**Gambar 3.3. Use Case Diagram**

### 3.5.2. Sequence Diagram

*Sequence Diagram* dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:

#### 1. Set Data Train

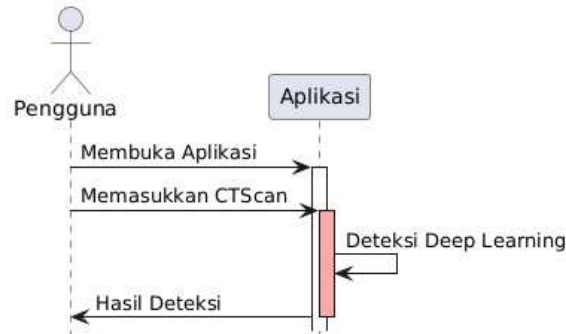
Set data train pada Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.4. Sequence Diagram Set Data Train**

#### 2. Proses Deep Learning

Proses deep learning pada Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:



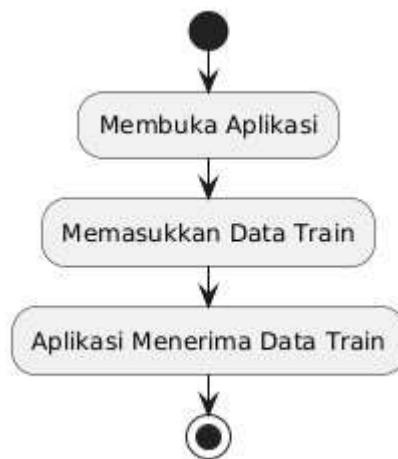
**Gambar 3.5. Sequence Diagram Deep Learning**

### 3.5.3. Activity Diagram

Activity Diagram dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:

#### 1. Set Data Train

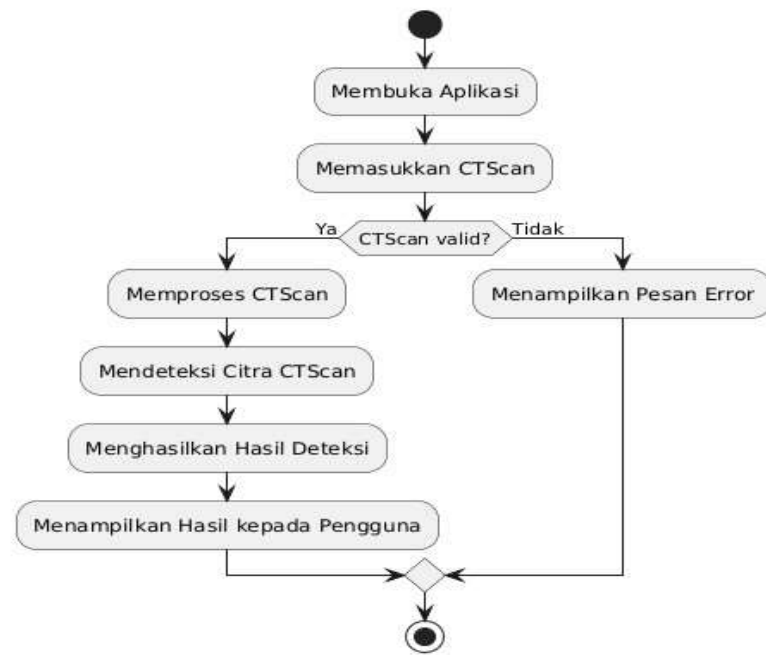
Set data train pada Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.6. Activity Diagram Set Data Train**

#### 2. Proses Deep Learning

Proses deep learning pada Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.7. Activity Diagram Deep Learning**

### 3.6 Rancangan Sistem

Rancangan sistem dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:

#### 1. Set Data Train

Set data train pada Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan Deep Learning Metode Vision Transformers (ViT) adalah sebagai berikut:

Deep Learning

CTScan

**Upload Gambar untuk Deteksi**

Choose File

No file chosen

Upload

Proses deep learning pada Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis

**Upload Gambar untuk Deteksi**

Choose File

No file chosen

Upload

Hasil Deteksi: XXXX | Confidence: XXXX

Perhitungan:  
XXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXX

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT) dan tahapan metode menggunakan python dapat dilihat sebagai berikut:

#### **4.1. Kebutuhan Program**

Kebutuhan dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT) yaitu:

##### **1. Perangkat Keras**

Kebutuhan perangkat keras dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT) adalah Laptop dengan spesifikasi:

- a. ROM minimal 80GB
- b. RAM minimal 4GB
- c. Processor Intel

##### **2. Perangkat Lunak**

Kebutuhan perangkat lunak dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT) yaitu:

- a. Python Versi 3.10
- b. Notepad++ sebagai editor pemrograman
- c. Bahasa pemrograman:
  - 1) Python
  - 2) HTML
  - 3) PHP
  - 4) Javascript
  - 5) CSS
- d. Command Prompt untuk eksekusi perintah python dan install library
- e. Ms. Word untuk laporan hasil
- f. Ms. Excel atau kalkulator untuk memastikan perhitungan

Melakukan klasifikasi ke dalam 2 kelas:

1. Train -> Stroke dan Normal

## 2. Val -> Stroke dan Normal

| Name  | Date modified   | Type        | Size |
|-------|-----------------|-------------|------|
| train | 10/09/2025 8:39 | File folder |      |
| val   | 10/09/2025 8:40 | File folder |      |

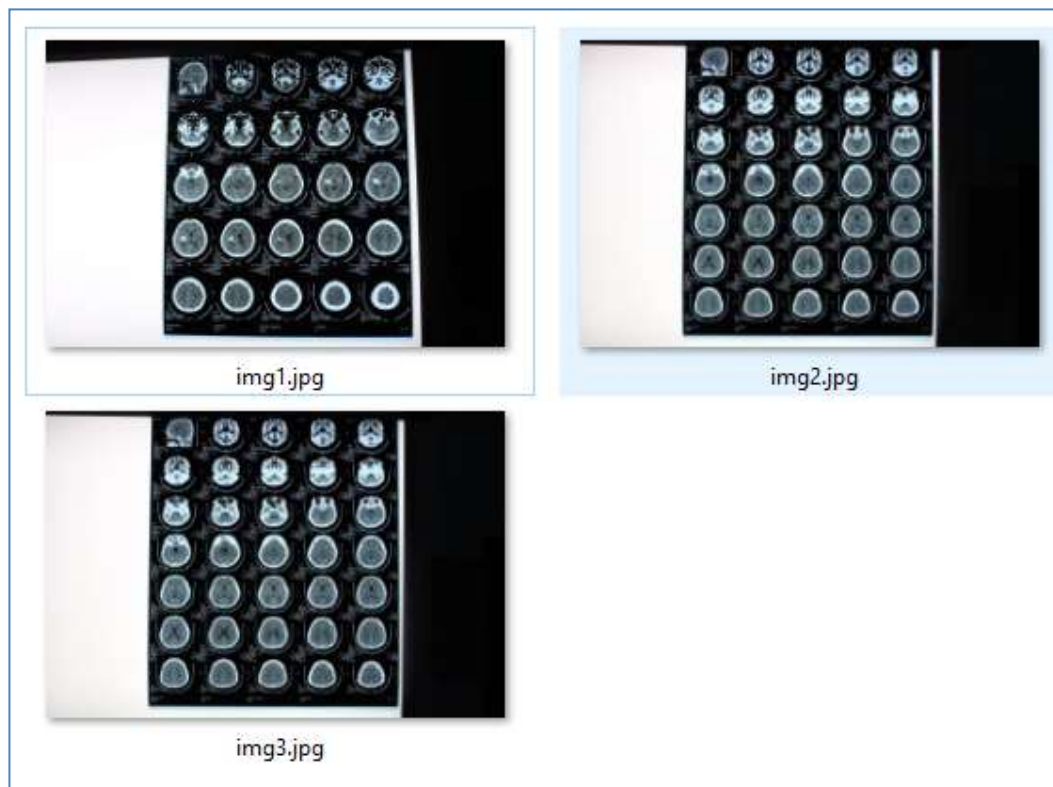
**Gambar 4.1. Folder Dataset**

| Name   | Date modified   | Type        | Size |
|--------|-----------------|-------------|------|
| normal | 10/09/2025 7:14 | File folder |      |
| stroke | 10/09/2025 7:14 | File folder |      |

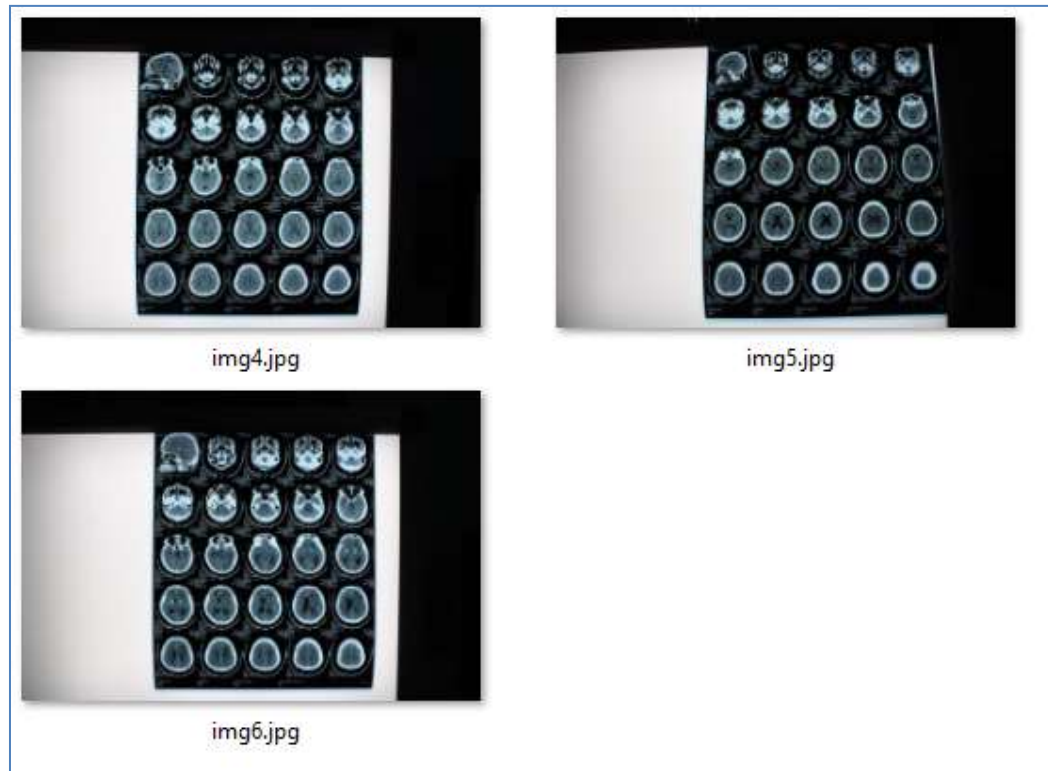
**Gambar 4.2. Folder Dataset Train**

| Name   | Date modified   | Type        | Size |
|--------|-----------------|-------------|------|
| normal | 10/09/2025 7:14 | File folder |      |
| stroke | 10/09/2025 7:14 | File folder |      |

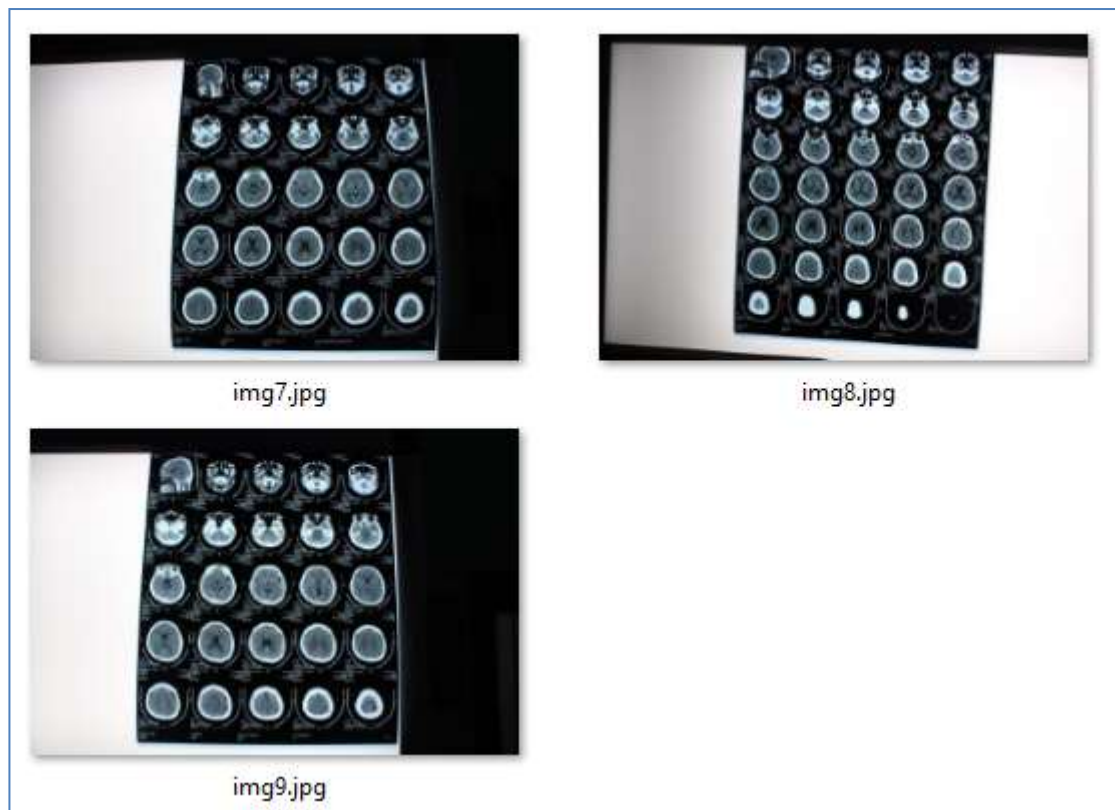
**Gambar 4.3. Folder Dataset Val**



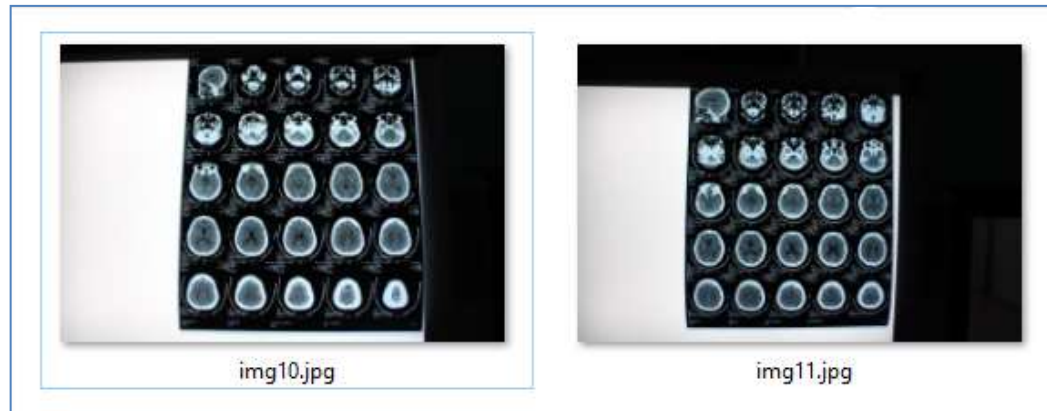
**Gambar 4.4. Isi Folder Dataset Train Stroke**



**Gambar 4.5. Folder Dataset Train Normal**



**Gambar 4.6. Folder Dataset Val Stroke**



**Gambar 4.7. Folder Dataset Val Normal**

```

1  import torch
2  import torch.nn as nn
3  import torch.optim as optim
4  from torchvision import datasets, transforms, models
5  from torch.utils.data import DataLoader
6
7  # --- Transformasi data ---
8  transform = transforms.Compose([
9      transforms.Resize((224, 224)),
10     transforms.ToTensor(),
11     transforms.Normalize([0.5, 0.5, 0.5], [0.5, 0.5, 0.5])
12 ])
13
14 # --- Load dataset ---
15 train_dataset = datasets.ImageFolder(root="dataset/train", transform=transform)
16 val_dataset   = datasets.ImageFolder(root="dataset/val", transform=transform)
17
18 train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=32, shuffle=True)
19 val_loader   = DataLoader(val_dataset, batch_size=32, shuffle=False)

```

**Gambar 4.8. Dataset di Python**

Gambar 4.2 adalah perintah yang dapat melakukan train dari beberapa gambar yang ada di dalam folder train dan val.

#### 4.2. Tampilan Program

Berikut adalah tampilan program untuk *upload* gambar:

**Upload Gambar untuk Deteksi Stroke Iskemik**

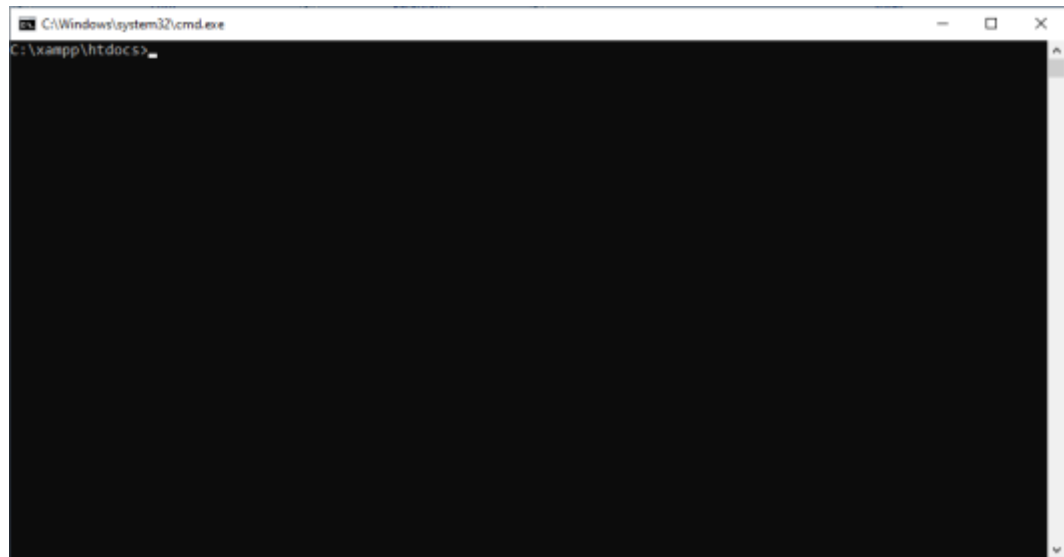
No file chosen

**Gambar 4.9. Tampilan Program**

### 4.3. Tahapan Penggunaan

Berikut adalah tahapan penggunaan dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT):

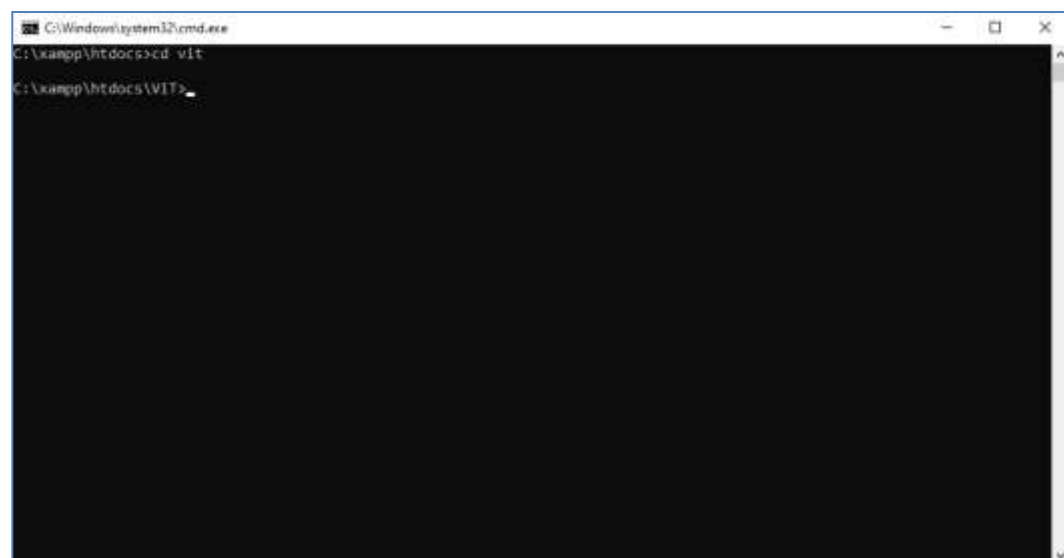
#### 1. Buka Command Prompt (CMD)



**Gambar 4.10. Tampilan CMD**

#### 2. Masuk ke dalam folder Vit dengan perintah di CMD:

cd ViT



**Gambar 4.11. Tampilan Akses ViT**

#### 3. Jalankan venv dengan perintah:

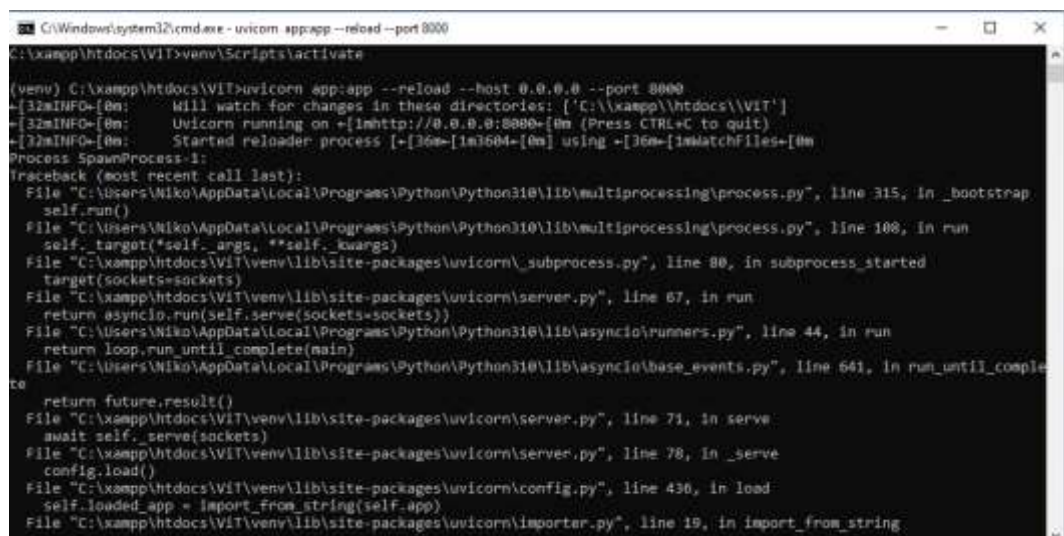
python -m venv venv



**Gambar 4.12. Tampilan Akses Venv**

4. Aktifkan venv dengan perintah:

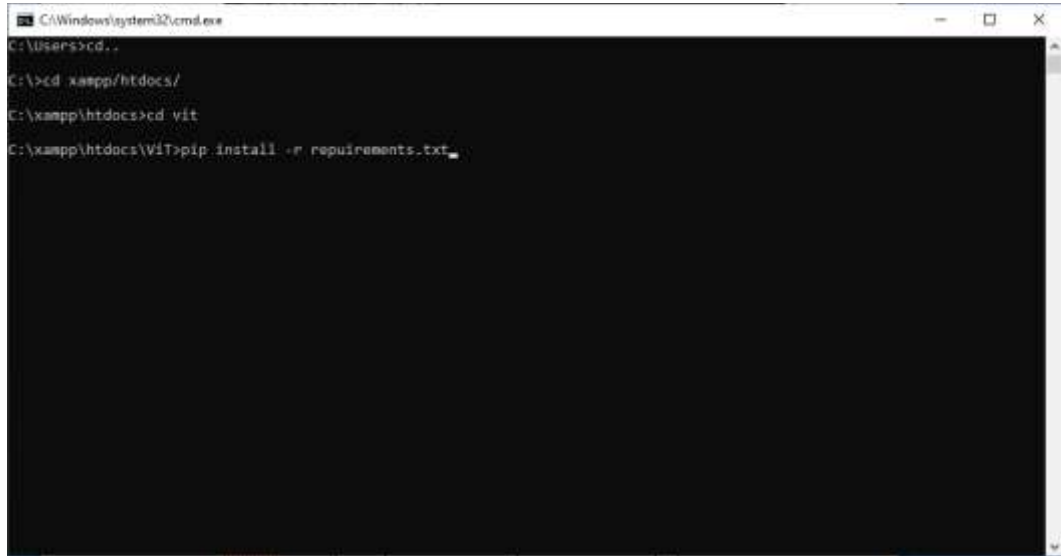
venv\Scripts\activate



**Gambar 4.13. Tampilan Mengaktifkan Venv**

5. Install kebutuhan python dengan perintah:

pip install -r requirements.txt



**Gambar 4.14. Tampilan Instalasi Kebutuhan Python**

Isi requirements.txt:

```

fastapi
uvicorn[standard]
python-multipart
pydicom
numpy
pillow
torch
torchvision
timm
scikit-learn
opencv-python
aiofiles

```

### **Framework & Server**

#### **1. fastapi**

→ Framework web modern untuk membuat API dengan Python. Digunakan untuk membuat endpoint /predict dan halaman upload.

#### **2. uvicorn[standard]**

→ ASGI server ringan untuk menjalankan aplikasi FastAPI. standard artinya sudah dilengkapi dependensi tambahan (misalnya uvloop, httptools) agar performa lebih cepat.

### 3. **python-multipart**

→ Mendukung parsing multipart/form-data (dibutuhkan saat upload file gambar lewat form HTML).

### 4. **aiofiles**

→ Library asynchronous untuk membaca/menulis file (biasa dipakai di FastAPI kalau ingin handle file besar).

## **Data & Gambar**

### 1. **pydicom**

→ Untuk membaca file **DICOM** (format standar citra medis, misalnya CT Scan atau MRI).

Berguna kalau dataset stroke Anda dalam format .dcm.

### 2. **numpy**

→ Library utama komputasi numerik. Digunakan dalam perhitungan array, matriks, atau konversi tensor.

### 3. **pillow (PIL)**

→ Library manipulasi gambar (JPEG, PNG, dll). Digunakan untuk membuka gambar sebelum diubah jadi tensor PyTorch.

### 4. **opencv-python**

→ Library Computer Vision populer. Bisa dipakai untuk preprocessing gambar (resize, augmentasi, filter, dsb.).

## **Deep Learning**

### 1. **torch**

→ Framework deep learning utama (PyTorch). Digunakan untuk membangun, melatih, dan menjalankan model.

### 2. **torchvision**

→ Ekstensi PyTorch untuk **transformasi gambar**, dataset vision, dan model pretrained (termasuk Vision Transformer via vit\_b\_16).

### 3. **timm**

→ Koleksi model pretrained vision dari komunitas (ResNet, EfficientNet, ViT, Swin, dll).

Kalau tidak pakai `torchvision.models.vit_b_16`, biasanya model vision diambil dari `timm`.

## Machine Learning Support

### scikit-learn

→ Library machine learning umum. Bisa dipakai untuk split dataset, evaluasi (confusion matrix, classification report), atau metode tambahan (misalnya PCA, normalisasi).

#### 6. Lakukan train dengan perintah:

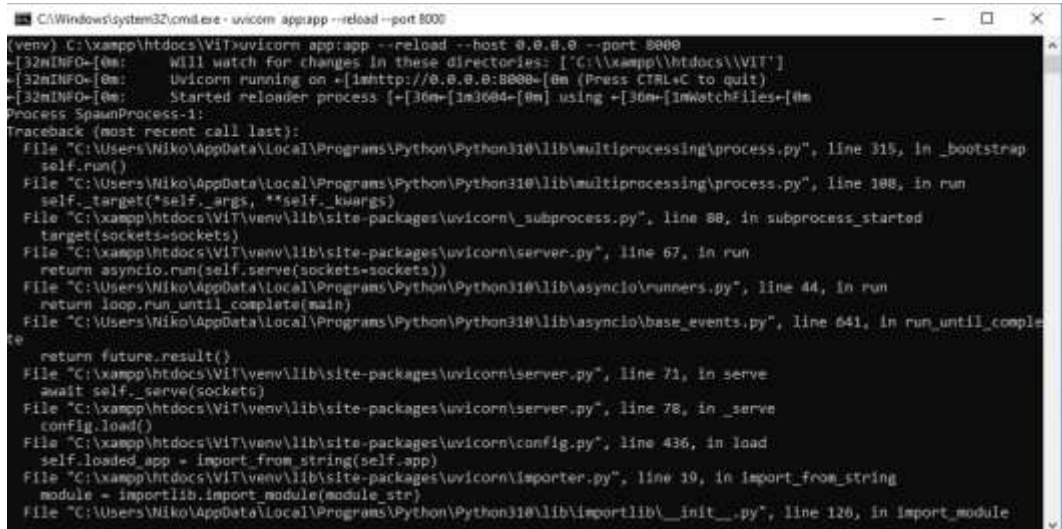
```
python train.py --data_dir ./images --output_dir ./checkpoints --epochs 5 --batch_size 8
```



**Gambar 4.15. Tampilan Perintah Train**

#### 7. Aktifkat uvicorn untuk menjalankan program dengan perintah:

```
uvicorn app:app --reload --host 0.0.0.0 --port 8000
```

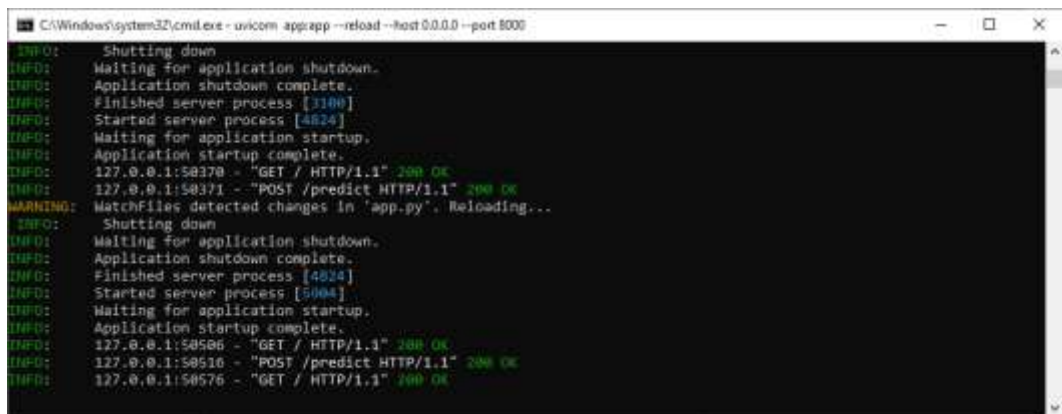


```

C:\Windows\system32\cmd.exe - uvicorn app:app --reload --port 8000
(venv) C:\xampp\htdocs\ViT>uvicorn app:app --reload --host 0.0.0.0 --port 8000
+--[32mINFO-[0m: Will watch for changes in these directories: ['C:\xampp\htdocs\ViT']
+--[32mINFO-[0m: Uvicorn running on +[1mhttp://0.0.0.0:8000+ (Press CTRL+C to quit)
+--[32mINFO-[0m: Started reloader process [+36m-[1m3604+ (0m) using [+36m-[1mwatchfiles+ (0m
Process SpawnProcess-1:
Traceback (most recent call last):
  File "C:\Users\Miko\AppData\Local\Programs\Python\Python310\lib\multiprocessing\process.py", line 315, in _bootstrap
    self.run()
  File "C:\Users\Miko\AppData\Local\Programs\Python\Python310\lib\multiprocessing\process.py", line 108, in run
    self._target(*self._args, **self._kwargs)
  File "C:\xampp\htdocs\ViT\venv\lib\site-packages\uvicorn\subprocess.py", line 88, in subprocess_started
    target(sockets=sockets)
  File "C:\xampp\htdocs\ViT\venv\lib\site-packages\uvicorn\server.py", line 67, in run
    return asyncio.run(self.serve(sockets=sockets))
  File "C:\Users\Miko\AppData\Local\Programs\Python\Python310\lib\asyncio\runners.py", line 44, in run
    return loop.run_until_complete(main)
  File "C:\Users\Miko\AppData\Local\Programs\Python\Python310\lib\asyncio\base_events.py", line 641, in run_until_comple
    te
    return future.result()
  File "C:\xampp\htdocs\ViT\venv\lib\site-packages\uvicorn\server.py", line 71, in serve
    await self._serve(sockets)
  File "C:\xampp\htdocs\ViT\venv\lib\site-packages\uvicorn\server.py", line 78, in _serve
    config.load()
  File "C:\xampp\htdocs\ViT\venv\lib\site-packages\uvicorn\config.py", line 436, in load
    self.loaded_app = import_from_string(self.app)
  File "C:\xampp\htdocs\ViT\venv\lib\site-packages\uvicorn\importer.py", line 19, in import_from_string
    module = importlib.import_module(module_str)
  File "C:\Users\Miko\AppData\Local\Programs\Python\Python310\lib\importlib\__init__.py", line 126, in import_module

```

Gambar 4.16. Tampilan Mengaktifkan Uvicorn



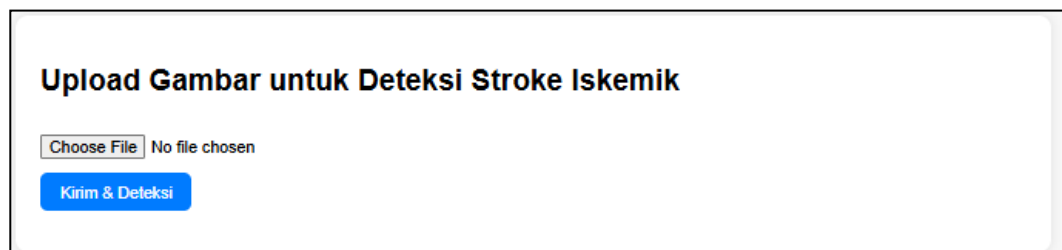
```

C:\Windows\system32\cmd.exe - uvicorn app:app --reload --host 0.0.0.0 --port 8000
INFO: Shutting down
INFO: Waiting for application shutdown.
INFO: Application shutdown complete.
INFO: Finished server process [3160]
INFO: Started server process [4824]
INFO: Waiting for application startup.
INFO: Application startup complete.
INFO: 127.0.0.1:58370 - "GET / HTTP/1.1" 200 OK
INFO: 127.0.0.1:58371 - "POST /predict HTTP/1.1" 200 OK
WARNING: WatchFiles detected changes in 'app.py'. Reloading...
INFO: Shutting down
INFO: Waiting for application shutdown.
INFO: Application shutdown complete.
INFO: Finished server process [4824]
INFO: Started server process [5004]
INFO: Waiting for application startup.
INFO: Application startup complete.
INFO: 127.0.0.1:58586 - "GET / HTTP/1.1" 200 OK
INFO: 127.0.0.1:58516 - "POST /predict HTTP/1.1" 200 OK
INFO: 127.0.0.1:58576 - "GET / HTTP/1.1" 200 OK

```

Gambar 4.17. Tampilan Uvicorn Sedang Berjalan

8. Buka browser dan jalankan <http://127.0.0.1:8000/>

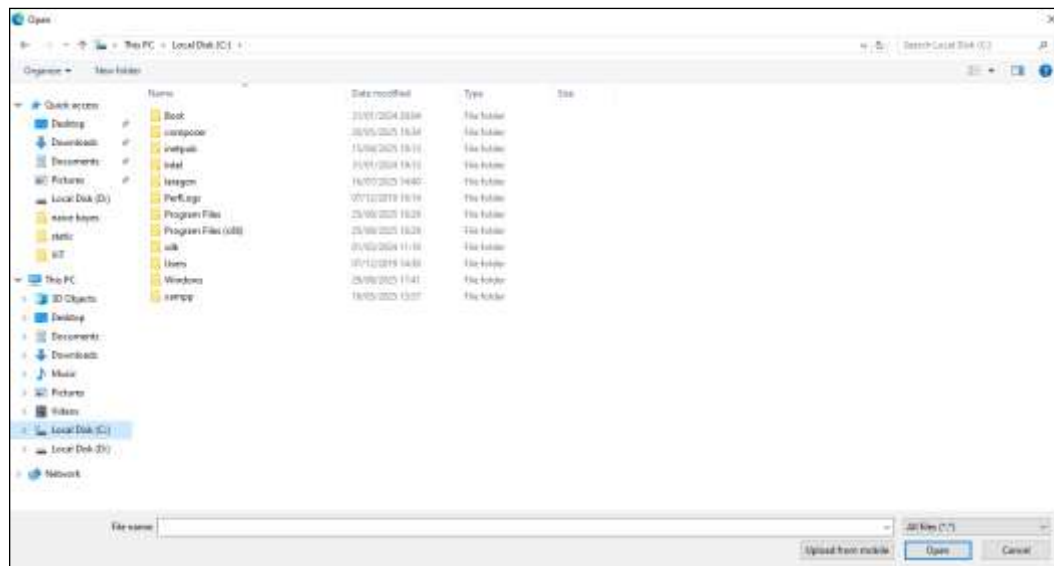


**Upload Gambar untuk Deteksi Stroke Iskemik**

No file chosen

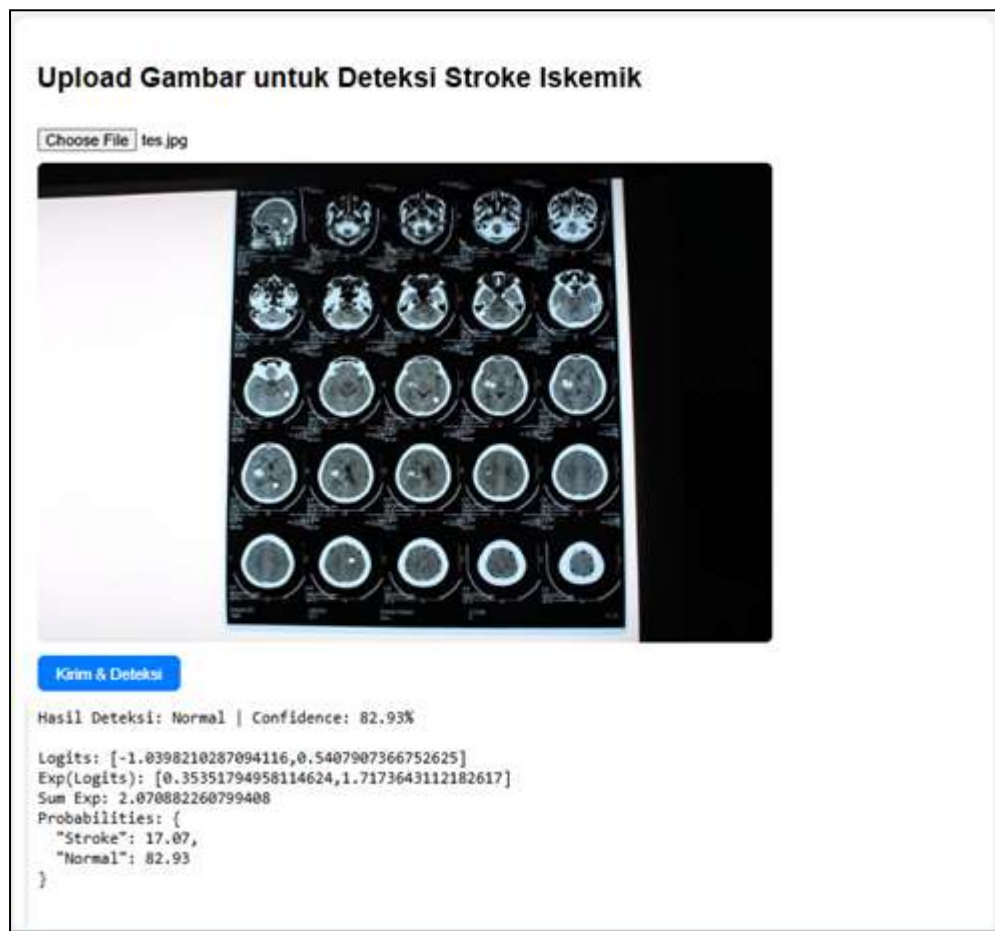
Gambar 4.18. Tampilan Perangkat Lunak di Web

9. Klik Choose File untuk memilih gambar uji



**Gambar 4.19. Tampilan Choose File**

10. Klik Deteksi untuk mendapatkan hasil metode ViT



**Gambar 4.20. Tampilan Hasil Deteksi**

#### 4.4. Metode *Vision Transformers* (ViT)

Berikut adalah tahapan Metode *Vision Transformers* (ViT):

##### 1. Input Gambar

Gambar yang diupload adalah tes.jpg 224x224 RGB.

Normalisasi input:

$$\text{Pixel Normalized} = (\text{Pixel} - 0.5) * 0.5$$

Hasil:

tensor 3x224x224 dengan nilai antara -1 dan 1.

##### 2. Patch Embedding

ViT membagi gambar menjadi **patch 16x16** → total:

$$\text{Jumlah patch} = (224/16) \times (224/16)$$

$$= 14 \times 14$$

$$= 196 \text{ patch}$$

Setiap patch di-flatten:

$$\text{vektor } 16 \times 16 \times 3 = 768 \text{ dimensi}$$

Linear projection → embedding dimension 768

Sehingga sekarang memiliki 196 vektor embedding dim=768 + 1 token CLS → total 197 vektor.

##### 3. Positional Encoding

Tambahkan informasi posisi setiap patch:

$$\text{\texttt{embedding}}_i = \text{\texttt{patch\_embedding}}_i + \text{\texttt{positional\_encoding}}_i$$

Ini agar model tahu letak patch di gambar.

#### 4. Transformer Encoder

Misal kita punya 12 **encoder blocks**, tiap block:

##### a. Multi-Head Self-Attention

1) Hitung **query (Q)**, **key (K)**, **value (V)**:

$$Q = XW_Q,$$

$$K = XW_K,$$

$$V = XW_V$$

2) Attention score:

$$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax}(QK^T / \sqrt{d_K})V$$

3) Hasil attention untuk CLS token sederhana:

$$\text{Patch CLS raw scores (2 kelas)} = [-1.039, 0.5408]$$

##### b. Feed Forward Layer

Setelah FFN: [1.50, 2.45]

Tambahkan residual connection dan layer norm → hasil akhir CLS token logit

$$\text{Logits final (2 kelas)} = [-1.039, 0.5408]$$

#### 5. Softmax → Probabilitas

a. Nilai eksponensial:

$$e^{-1.0398210287094116} = 0.35351794958114624$$

$$e^{0.5407907366752625} = 1.7173643112182617$$

b. Hitung Jumlah:

$$\text{Sum} = 0.35351794958114624 + 1.7173643112182617 = 2.070882260799408$$

c. Probabilitas masing-masing kelas:

$$P0 = 0.35351794958114624 / 2.070882260799408$$

$$= 0.1707$$

$$= 17.07\%$$

$$P1 = 1.7173643112182617 / 2.070882260799408$$

$$= 0.8293$$

$$= 82.93\%$$

## 6. Hasil Akhir

Kelas dengan probabilitas tertinggi: **Normal (kelas 1)**

Confidence: **82.93%**

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT) adalah sebagai berikut:

1. Implementasi metode Vision Transformer (ViT) mampu melakukan klasifikasi citra medis pada kasus deteksi stroke iskemik dengan tingkat akurasi yang baik.
2. Proses transformasi gambar dan perhitungan probabilitas melalui softmax memberikan hasil berupa prediksi kelas, yaitu Stroke atau Normal, dengan tingkat kepercayaan tertentu.
3. Model yang dibangun dapat dijadikan sistem bantu (decision support system) bagi tenaga medis untuk mempercepat proses diagnosa awal secara otomatis.

#### **5.2. Saran**

Saran dari Aplikasi Pendeteksi Objek pada Citra Medis dengan *Deep Learning* Metode *Vision Transformers* (ViT) adalah sebagai berikut:

1. Dalam meningkatkan akurasi, dataset yang digunakan sebaiknya diperbanyak dan lebih bervariasi agar model tidak bias pada kondisi tertentu.
2. Dapat dilakukan perbandingan dengan metode *Deep Learning* lain seperti CNN, ResNet, atau EfficientNet untuk melihat performa terbaik pada kasus serupa.
3. Perangkat lunak dapat dikembangkan lebih lanjut dalam bentuk aplikasi berbasis web atau mobile yang mudah digunakan oleh praktisi medis maupun pasien untuk pemeriksaan awal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizi, M. R. S., Al-farish, M. Z., Taufiqurrahman, M., Ardiansah, G., & Elgar, M. (2023). Penggunaan Python Sebagai Bahasa Pemrograman untuk Machine Learning dan Deep Learning. *Karya Ilmiah Mahasiswa Bertauhid (KARIMAH TAUHID)*, 2(1), 1–6.
- Andikos, A. F. (2019). Perancangan Aplikasi Multimedia Interaktif Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Pada Tk Islam Bakti 113 Koto Salak. (*Indonesia Jurnal Sakinah*) *Jurnal Pendidikan Dan Sosial Islam*, 1(1), 34–49. <http://jurnal.konselingindonesia.com/>
- Arianto Pradana, A. P., & Ibnu Hardi, I. H. (2021). Sistem Informasi Alat Kesehatan Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 1(1), 14–21. <https://doi.org/10.51903/juisi.v1i1.257>
- Arindra Putawa, R., Aqidah, M., Islam, F., Sunan, U., & Yogyakarta, K. (2022). Makna Filosofis Ketiadaan dan Relevansinya dengan Tipe Data Undefined pada Javascript. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 5(1), 80–86. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JFI/article/view/41775>
- Ariya, C., & Lina, L. (2023). Perancangan Deteksi Objek Pada Rak Toko Menggunakan Metode Mask Rcn. *Simtek : Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, 8(2), 295–299. <https://doi.org/10.51876/simtek.v8i2.213>
- Atmaja, N. S. (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Irritable Bowel Syndrome (IBS) Menggunakan Metode Teorema Bayes. *RJOCS (Riau Journal of Computer Science)*, 8(01), 33–41. <https://doi.org/10.30606/rjocs.v8i01.1188>
- Efitriana, I., & Liana, L. (2022). Pengaruh Kompensasi, Lingkungan Kerja, dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Turnover Intention (Studi Pada Yamaha Mataram Sakti Semarang). *SEIKO : Journal of Management & Business*, 5(2), 2022–2182.
- Efrian, M. R., & Latifa, U. (2022). Image Recognition Berbasis Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Mendeteksi Penyakit Kulit Pada Manusia. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 11(2), 276. <https://doi.org/10.30591/polektro.v12i1.3874>
- Fitriani, I., Pujiastuti, & Alfin, E. (2022). Aplikasi Sistem Pengolahan Data Rekam Medis Klinik Bersalin Berbasis Java. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 6(2), 506–520. <https://doi.org/10.52362/jisamar.v6i2.773>
- Gojali, M. I., & Tjiong, E. L. (2023). Pengembangan Aplikasi Deteksi Objek Rokok Dan Kegiatan Merokok Menggunakan Algoritma YOLOv3.

- KALBISCIENTIA Jurnal Sains Dan Teknologi*, 10(02), 201–208.  
<https://doi.org/10.53008/kalbiscientia.v10i02.3108>
- Indraswari, R., Herulambang, W., & Rokhana, R. (2022). Deteksi Penyakit Mata Pada Citra Fundus Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Techno.Com*, 21(2), 378–389.  
<https://doi.org/10.33633/tc.v21i2.6162>
- Kasus, S., & Waspada, K. (2025). *Pembuatan Aplikasi Berita Menggunakan Flask Python*. 13, 2515–2520.
- Maria Ulfa, H., Wahyuni, D., Amalia, R., & Edigan, F. (2020). Implementation of Medical Recording In Puskesmas Senapelan Pekanbaru City. *ARSY :AplikasiRisetkepada Masyarakat*, 1(2), 83–86. <http://journal.almatani.com/index.php/arsy>;doi:xxx
- Pangaribuan, H., & Sitohang, S. (2023). Peningkatan Kualitas Deteksi Tepi dengan Metode Segmentasi Citra. *Remik*, 7(1), 591–601.  
<https://doi.org/10.33395/remik.v7i1.12050>
- Pebriola Br Manik, H., Ibnutama, K., Yakub, S., Informasi, S., & Triguna Dharma, S. (2024). *Penerapan Metode Sobel Dalam Mendeteksi Tepi Citra Daun Mangga Untuk Mendeteksi Serangan Hama Tungau*. 3(2), 293–303.  
<https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- Prahasti, P., Sapri, S., & Utami, F. H. (2022). Aplikasi Pelayanan Antrian Pasien Menggunakan Metode FCFS Menggunakan PHP dan MySQL. *Jurnal Media Infotama*, 18(1), 341139.
- Prastika, I. W., & Zuliarso, E. (2021). Deteksi Penyakit Kulit Wajah Menggunakan Tensorflow Dengan Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Manajemen Informatika Dan Sistem Informasi*, 4(2), 84–91.  
<https://doi.org/10.36595/misi.v4i2.418>
- Rahmawati, S., Effendi, M. R., & Wulandari, D. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Google Workspace Dengan Optimalisasi Akun Belajar.id. *Paedagogie: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 3(01), 1–24.  
<https://doi.org/10.52593/pdg.03.1.01>
- Sahadi, Neti Sunarti, & Endah Puspitasari. (2022). PENGEMBANGAN ORGANISASI (Tinjauan Umum Pada Semua Organisasi). *Moderat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 8(2), 399–412.  
<https://doi.org/10.25157/moderat.v8i2.2712>
- Sari, I. P., Azzahrah, A., Qathrunada, I. F., Lubis, N., & Anggraini, T. (2022). Perancangan Sistem Absensi Pegawai Kantoran Secara Online pada Website Berbasis HTML dan CSS. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 1(1), 8–15.  
<https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i1.66>

- Sari, I. P., Tria Siska, S., & Budiman, A. (2021). Perancangan Aplikasi Pelayanan Gangguan Tv Kabel Berbasis Web Dan Sms Gateway. *Jurnal Pusat Akses Kajian Teknologi Artificial Intelligence*, 1(1), 20–28.
- Sitanggang Rianto, Urian Dachi Teddy, & Manurung H G Immanuel. (2022). Rancang Bangun Sistem Penjualan Tanaman Hiasberbasis Web Menggunakan Php Dan Mysql. *Tekesnos*, 4(1), 84–90.
- Syabania, R., & Rosmawani, N. (2021). Perancangan Aplikasi Customer Relationship Management ( Crm ) Pada Penjualan Barang Pre-Order Berbasis Website. *Rekayasa Informasi*, 10(1), 44–49.
- Verdy, & Ery Hartati. (2024). Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network Model Resnet-50. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi Dan Teknologi*, 1(3), 199–206. <https://doi.org/10.59407/jrsit.v1i3.529>
- Wahyuni, S., & Pujiastutik, Y. E. (2023). Mengenal Stroke sebagai Upaya Ketepatan Perilaku Pencegahan Penyakit Pada Masyarakat. *Journal of Community Engagement and Empowerment*, 5(2).
- Wahyuni, S., & Sulaeman, M. (2022). Penerapan Algoritma Deep Learning Untuk Sistem Absensi Kehadiran Deteksi Wajah Di PT Karya Komponen Presisi. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 7(1), 5–6. <https://simantik.panca-sakti.ac.id/index.php/simantik/article/view/127>
- Yahya, M., Febriyanti, F., Jagat, L. S., Rahayu, I., & Hariyadi, A. (2022). Implementation of Qur'an Memorization Activities At Man 2 Palembang. *Edukasi Islami: Jurnal Pendidikan Islam*, 11(02), 649–662. <https://doi.org/10.30868/ei.v11i02.4131>
- Zahir, M., & Adi Saputra, R. (2024). Deteksi Penyakit Retinopati Diabetes Menggunakan Citra Mata Dengan Implementasi Deep Learning Cnn. *Jurnal Teknoinfo*, 18(1), 121–132. <https://www.kaggle.com/datasets/gunavenkatdoddi/eye-diseases-classification>