

**IMPLEMENTASI AUGMENTASI DATA PADA MODEL INTEGRASI  
YOLOV8 DAN DETR UNTUK DETEKSI LIMA JENIS SEL DARAH  
PUTIH**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)  
Pada Program Studi Sistem Informasi



OLEH :

**AHMAD TOHARI**

NPM: 2213030059

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER (FTIK)  
UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA  
**UN PGRI KEDIRI**

2026

Skripsi oleh :

**AHMAD TOHARI**

NPM : 2213030059

Judul

**IMPLEMENTASI AUGMENTASI DATA PADA MODEL INTEGRASI  
YOLOV8 DAN DETR UNTUK DETEKSI LIMA JENIS SEL DARAH  
PUTIH**

Telah disetujui untuk diajukan Kepada  
Panitia Ujian/Sidang Skripsi Program Studi Sistem Informasi  
FTIK UN PGRI Kediri

Tanggal: 08 Juni 2026

Pembimbing 1



Arie Nugroho, S.Kom, M.M M.Kom  
NIDN. 0712108103

Pembimbing 2



Anita Sari Wardani, S.Kom, M.Kom  
NIDN. 0713018402

Skripsi oleh :

**AHMAD TOHARI**

NPM : 2213030059

Judul

**IMPLEMENTASI AUGMENTASI DATA PADA MODEL INTEGRASI  
YOLOV8 DAN DETR UNTUK DETEKSI LIMA JENIS SEL DARAH  
PUTIH**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi

Program Studi Sistem Informasi FTIK UN PGRI Kediri

Tanggal: 25 Juni 2026

**Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan**

Panitia Penguji :

1. Ketua : Arie Nugroho, S.Kom, M.M, M.Kom [.....]

2. Penguji 1 : Dwi Harini, S.Si., M.M

3. Penguji 2 : Anita Sari Wardani, S.Kom, M.Kom [.....]



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Dr. Suhstiono, M.Si

NIDN. 0007076801

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Ahmad Tohari  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/tgl. lahir : Nganjuk, 08 Februari 2003  
NPM : 2213030059  
Fak/Prodi. : FTIK/ S1-Sistem Informasi

menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 20 Juni 2026

Yang Menyatakan



**AHMAD TOHARI**

NPM: 2213030059

## **MOTTO**

Saya gak pernah menyerah, bukan karena kuat.  
Tapi karena sadar, ga ada pilihan selain maju.

## ABSTRAK

**Ahmad Tohari** : Implementasi Augmentasi Data Pada Model Integrasi Yolov8 Dan Detr Untuk Deteksi Lima Jenis Sel Darah Putih, Skripsi, Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer UN PGRI Kediri, 2026.

**Kata Kunci** : sel darah putih, object detection, yolov8, detr, augmentasi data.

Penghitungan jenis sel darah putih (leukosit) sangat esensial untuk diagnosis klinis, namun pengamatan manual rentan memicu kelelahan visual dan subjektivitas tenaga medis. Di sisi lain, otomatisasi deteksi menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) murni sering kali gagal mendeteksi objek sel yang saling tumpang tindih (*overlapping*) dan mudah mengalami bias akibat masalah ketidakseimbangan kelas pada dataset publik.

Menjawab tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan arsitektur *Detection Transformer* (RT-DETR-L) yang diintegrasikan dengan kerangka kerja YOLOv8 dan teknik augmentasi data untuk meningkatkan akurasi deteksi lima jenis leukosit. Menggunakan metodologi *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM), dilakukan pra-pemrosesan data berupa *oversampling* adaptif dan augmentasi spasial yang berhasil mengekspansi 136 citra mentah menjadi 310 citra latih secara proporsional.

Eksperimen menunjukkan bahwa mekanisme *Global Context Mapping* pada model hibrida ini sangat efektif menutupi kelemahan CNN konvensional dalam memecahkan masalah sel tumpang tindih. Model mencetak performa tangguh dengan nilai Presisi 0,957, *Recall* 0,933, dan mAP50 0,931, serta akurasi klasifikasi sempurna (1,00) pada kelas Eosinofil, Limfosit, dan Monosit. Limitasi yang tersisa hanyalah persentase misklasifikasi minor (sekitar 0,17) antara Basofil dan Neutrofil akibat tingginya kemiripan struktur granulositnya.

Sebagai langkah penyempurnaan, penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk mengeksplorasi penyesuaian *hyperparameter* (*hyperparameter tuning*) guna memisahkan fitur kepadatan granula secara lebih tajam. Penggunaan dataset primer dari rumah sakit lokal juga direkomendasikan untuk melatih model terhadap berbagai variasi teknik pewarnaan preparat yang lebih nyata.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kami panjatkan Kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenan-Nya penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “ Implementasi Augmentasi Data Pada Model Integrasi Yolov8 Dan Detr Untuk Deteksi Lima Jenis Sel Darah Putih ” ini ditulis guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer, pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer UN PGRI Kediri. Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Rektor Dr. Zainal Afandi, M.Pd yang senantiasa memberikan dorongan dan fasilitas akademis terbaik kepada seluruh civitas akademika.
2. Dekan Fakultas Dr. Sulistiono, M.Si atas dukungan dan kebijaksanaannya dalam menjalankan program studi.
3. Ketua Program Studi Dr. Sucipto, M.Kom atas arahan dan fasilitas yang diberikan selama masa perkuliahan dan persiapan penelitian.
4. Bapak Arie Nugroho, M.Kom dan Ibu Anita Sari Wardani, S.Kom, M.Kom selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, koreksi, dan motivasi tanpa henti, sehingga proposal ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Orang tua, keluarga, dan seluruh kerabat yang tak pernah lelah memberikan doa, dukungan moril, dan materil.
6. Teman-teman yang selalu membantu memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Disadari bahwa proposal ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan, baik dari segi penulisan maupun konten. Oleh karena itu, tegur sapa, kritik, dan saran-saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan proposal ini dan pelaksanaan penelitian di masa mendatang.

Kediri, 08 Juni 2026



**AHMAD TOHARI**  
NPM: 2213030059

## DAFTAR ISI

|                                                                     |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| Halaman Sampul .....                                                | i           |
| Halaman Persetujuan.....                                            | ii          |
| Halaman Pengesahan .....                                            | iii         |
| Pernyataan .....                                                    | iv          |
| Halaman Motto .....                                                 | v           |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                          | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                              | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                          | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                           | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                        | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                       | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang .....                                             | 1           |
| B. Batasan Masalah.....                                             | 4           |
| C. Rumusan Masalah .....                                            | 5           |
| D. Tujuan Penelitian.....                                           | 5           |
| E. Manfaat Penelitian .....                                         | 5           |
| <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>                                  | <b>7</b>    |
| A. Kajian Teori.....                                                | 7           |
| 1. Sel darah putih .....                                            | 7           |
| 2. Computer Vision dan Object Detection .....                       | 7           |
| 3. Convolutional Neural Network (CNN).....                          | 8           |
| 4. Arsitektur YOLOv8 ( <i>You Only Look Once</i> ).....             | 9           |
| 5. Detection Transformer (DETR). .....                              | 10          |
| B. Kajian Penelitian Terdahulu .....                                | 11          |
| C. Kerangka Berfikir.....                                           | 13          |
| 1. Fase 1: Pemahaman Masalah ( <i>Business Understanding</i> )..... | 13          |
| 2. Fase 2: Pemahaman Data (Data Understanding) .....                | 13          |
| 3. Fase 3: Persiapan Data (Data Preparation).....                   | 14          |
| 4. Fase 4: Pemodelan (Modeling) .....                               | 14          |
| 5. Fase 5: Evaluasi .....                                           | 14          |
| 6. Fase 6: Hasil.....                                               | 15          |

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>            | <b>16</b> |
| A.    Busines Understanding .....                 | 16        |
| 1.    Latar Belakang Masalah.....                 | 16        |
| 2.    Tujuan.....                                 | 17        |
| 3.    Kriteria Keberhasilan .....                 | 17        |
| B.    Data Understanding.....                     | 18        |
| 1.    Pengumpulan Data .....                      | 18        |
| 2.    Deskripsi Data.....                         | 18        |
| 3.    Eksplorasi Data Awal .....                  | 18        |
| 4.    Verifikasi Kualitas Data .....              | 19        |
| C.    Data Preparation.....                       | 19        |
| 1.    Seleksi Data Data .....                     | 19        |
| 2.    Pembersihan Data (Cleaning) .....           | 20        |
| 3.    Transformasi Data .....                     | 20        |
| 4.    Pembuatan Data Set Modeling.....            | 20        |
| D.    Modeling .....                              | 21        |
| 1.    Pemilihan Teknik Model .....                | 21        |
| 2.    Desain dan Pengujian Model .....            | 21        |
| 3.    Evaluasi Parameter Model .....              | 22        |
| 4.    Interpretasi Hasil Modeling.....            | 22        |
| E.    Evaluation .....                            | 22        |
| 1.    Evaluasi Model Terbaik .....                | 23        |
| 2.    Validasi Model terhadap Tujuan Bisnis ..... | 23        |
| 3.    Tinjauan Ulang Proses CRISP-DM.....         | 23        |
| F.    Deployment.....                             | 24        |
| 1.    Rencana Penerapan Hasil.....                | 24        |
| 2.    Dokumentasi dan Pelaporan.....              | 25        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>           | <b>26</b> |
| A.    Data Hasil Penelitian.....                  | 26        |
| 1.    Hasil Eksplorasi Data.....                  | 26        |
| 2.    Proses Transformasi Data.....               | 26        |
| 3.    Hasil Modeling.....                         | 27        |
| 4.    Perbandingan Beberapa Model .....           | 30        |
| B.    Pembahasan.....                             | 32        |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Analisis Optimalisasi Pemilihan Model Terbaik.....                   | 33        |
| 2. Evaluasi Hasil Pemodelan Terhadap Kebutuhan Operasional .....        | 34        |
| 3. Kesesuaian Hasil Pemodelan dengan <i>Busines Understanding</i> ..... | 34        |
| 4. Validitas dan Generalisasi Hasil Pemodelan .....                     | 35        |
| 5. Implementasi Prototipe Sistem dan Rekomendasi Penerapan .....        | 36        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                                              | <b>39</b> |
| A. Kesimpulan .....                                                     | 39        |
| B. Saran.....                                                           | 40        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                              | <b>41</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                    | <b>45</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Arsitektur CNN .....                                      | 8  |
| Gambar 2. 2 Arsitektur YOLOv8 .....                                   | 9  |
| Gambar 2. 3 Arsitektur DETR .....                                     | 10 |
| Gambar 2. 4 Kerangka Berfikir.....                                    | 15 |
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian Crisp DM.....                             | 16 |
| Gambar 4. 1 Dataset sel darah putih .....                             | 27 |
| Gambar 4. 2 Confusion Matrix DETR.....                                | 29 |
| Gambar 4. 3 Perbandingan Tingkat Keyakinan .....                      | 33 |
| Gambar 4. 4 Pengujian generalisasi <i>model RT_DETR</i> .....         | 35 |
| Gambar 4. 5 Aplikasi Deteksi Sel Darah Putih Berbasis Streamlit ..... | 37 |

## DAFTAR TABEL

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 1 Pemisahan Data .....                     | 27 |
| Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Model .....               | 28 |
| Tabel 4. 3 Perbandingan Metrik Evaluasi Model ..... | 30 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Kartu Bimbingan Siakad2 .....           | 45 |
| Lampiran 2. Surat Keterangan Bebas Similarity ..... | 46 |
| Lampiran 3. Halaman Awal Cek Similarity .....       | 47 |
| Lampiran 4. Bukti Screenshoot Artikel Terbit .....  | 47 |
| Lampiran 5. Berita Acara Ujian Skripsi .....        | 48 |
| Lampiran 6. Lembar Revisi Ujian Skripsi .....       | 49 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Darah merupakan komponen vital dalam tubuh manusia yang berfungsi sebagai media transportasi oksigen, nutrisi, serta hormon ke seluruh jaringan tubuh, sekaligus berperan penting dalam mekanisme pertahanan imun. Salah satu jenis sel darah yang memiliki peran paling strategis adalah sel darah putih (*white blood cell* atau WBC), yang secara medis dikenal sebagai leukosit. Leukosit bertindak sebagai garda terdepan sistem pertahanan tubuh dalam mengidentifikasi dan mengeliminasi mikroorganisme patogen, sel tumor, serta zat asing berbahaya (Reynaldo and Lina 2019). Mengingat fungsinya yang krusial, pemantauan terhadap profil leukosit menjadi standar emas dalam prosedur klinis untuk mendeteksi berbagai kondisi patologis sistemik.

Secara morfologis, leukosit terbagi menjadi lima jenis utama, yaitu basofil, eosinofil, limfosit, neutrofil, dan monosit, di mana masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam merespons ancaman biologis yang berbeda. Tahapan diagnostik yang melibatkan identifikasi dan penghitungan jumlah dari tiap jenis sel ini, atau yang dikenal sebagai *white blood cell differential count*, merupakan prosedur esensial dalam praktik medis (Indrawanti and Mandyartha 2018). Akurasi dalam penghitungan ini menjadi faktor penentu utama dalam diagnosis penyakit berat, seperti leukemia, infeksi akut, hingga gangguan autoimun, sehingga diperlukan metode analisis yang tidak hanya cepat namun juga memiliki presisi tinggi tanpa toleransi kesalahan yang signifikan.

Meskipun urgensi deteksi yang akurat telah diakui secara luas, praktik identifikasi sel darah putih di laboratorium medis saat ini masih didominasi oleh metode konvensional melalui analisis mikroskopis manual oleh ahli patologi. Metode ini menciptakan kesenjangan (*gap*) yang lebar antara harapan klinis akan diagnosis yang cepat dengan realitas di lapangan yang seringkali terkendala oleh subjektivitas manusia. Proses manual membutuhkan waktu analisis yang lama dan sangat rentan terhadap human error, terutama akibat kelelahan mata (*eye fatigue*) dan penurunan konsentrasi saat menangani sampel dalam jumlah besar (Nugraha and Erfianto 2023). Ketidakakuratan dalam identifikasi jenis sel ini secara

langsung berisiko menyebabkan keterlambatan penanganan medis yang tepat, yang pada akhirnya dapat memperburuk prognosis pasien.

Transformasi digital di sektor kesehatan menuntut adanya solusi otomatis yang mampu melakukan analisis citra digital sel darah secara objektif dan efisien. Di tengah keterbatasan metode manual, kehadiran teknologi *Artificial Intelligence* (AI) menawarkan paradigma baru dalam efisiensi laboratorium. Pengembangan sistem deteksi otomatis berbasis komputer tidak hanya bertujuan untuk mempercepat proses administratif, tetapi juga untuk memberikan standar akurasi yang konsisten, yang sulit dicapai melalui pengamatan manusia secara berkelanjutan (Indarto and Murinto 2017). Urgensi ini menjadi semakin mendesak seiring dengan meningkatnya beban kerja di fasilitas kesehatan yang memerlukan alat bantu diagnostik yang andal dan terstandardisasi serta terintegrasi dengan sistem informasi laboratorium secara komprehensif (Wardani, Sucipto, and Permatasari 2023).

Penerapan teknologi computer vision dalam klasifikasi sel darah merupakan langkah strategis untuk meminimalisir kesalahan subjektif dalam diagnosis medis. Dengan memanfaatkan algoritma cerdas, sistem dapat mengenali pola mikroskopis sel yang sangat detail, bahkan pada variasi bentuk yang sulit dibedakan oleh mata telanjang. Automasi ini diharapkan dapat menjadi asisten digital bagi para tenaga medis, yang memungkinkan proses skrining awal dilakukan secara masif dan akurat, sehingga ahli patologi dapat lebih fokus pada analisis kasus-kasus yang lebih kompleks (Prasetyo, Purbowati, and Adhi 2022). Oleh karena itu, riset mengenai optimalisasi model deteksi objek pada sel darah putih menjadi bidang yang sangat krusial dikembangkan saat ini.

Dalam tinjauan studi terdahulu, penggunaan model deteksi objek satu tahap seperti *You Only Look Once* (YOLO) telah menunjukkan efektivitas dalam kecepatan deteksi objek secara real-time pada berbagai skenario implementasi (Andriyanto and Nugroho 2022). Namun, penelitian yang dilakukan oleh (Nugraha and Erfianto 2023) menunjukkan bahwa model tradisional seperti YOLO seringkali mengalami kesulitan saat menangani citra dengan fitur visual yang kompleks, terutama ketika objek sel berada dalam kondisi tumpang tindih (*overlapping*) atau berdekatan satu sama lain. Keterbatasan ini menyebabkan penurunan nilai *recall*

dan *precision*, yang pada akhirnya menurunkan tingkat kepercayaan klinis terhadap sistem otomatis tersebut.

Selain keterbatasan arsitektur, isu ketidakseimbangan data (*data imbalance*) juga menjadi kendala utama dalam riset-riset sebelumnya. Banyak peneliti terdahulu hanya menggunakan subset dataset yang terbatas, seperti penggunaan hanya 106 citra meskipun sumber dataset publik di *Kaggle* menyediakan ribuan data potensial (Kurnia, Fatiyah, and Efendi 2021). Penggunaan dataset yang terlalu sedikit, terutama pada kelas minoritas seperti Basofil dan Limfosit, menyebabkan model cenderung mengalami bias dan gagal mengenali fitur sel minoritas dengan akurat. Hal ini menciptakan *research gap* yang signifikan mengenai bagaimana mengoptimalkan distribusi data sebelum proses pelatihan model dilakukan guna menghindari ketimpangan ekstraksi fitur antar kelas (Nugroho, Anggi Pramunendar, and Syukur 2024).

Untuk mengatasi kesenjangan teknis tersebut, integrasi arsitektur YOLOv8 dengan (DETR) muncul sebagai solusi mutakhir. Berbeda dengan model CNN konvensional, arsitektur transformer yang diusung oleh DETR memungkinkan pemetaan global terhadap seluruh bagian gambar, sehingga konteks spasial antar objek dapat dipahami dengan lebih baik (Nicolas et al. 2020). Keunggulan ini sangat relevan untuk memecahkan masalah objek tumpang tindih pada preparat darah yang memiliki tingkat kepadatan tinggi (Santoso, Wijaya, and Setiawan 2022). Namun, implementasi integrasi model yang kuat juga memerlukan strategi augmentasi data yang tepat untuk memastikan model memiliki variasi data latih yang cukup dan representatif terhadap kondisi riil di laboratorium.

Kehadiran teknik augmentasi data menjadi sangat krusial dalam penelitian ini mengingat karakteristik dataset citra mikroskopis medis yang rentan terhadap variasi visual, seperti perbedaan intensitas pencahayaan lensa, sudut orientasi sel, hingga tingkat ketebalan pewarnaan preparat (*staining*). Jika model *deep learning* hanya dilatih menggunakan dataset mentah yang jumlahnya terbatas, model berisiko tinggi mengalami *overfitting*, yakni kondisi di mana model sekadar menghafal data latih namun gagal mengenali variasi objek pada data uji yang baru. Oleh karena itu, penerapan teknik augmentasi data—khususnya transformasi spasial dan manipulasi warna—bertujuan untuk melipatgandakan volume dan

memperkaya variasi sampel secara sintetis. Strategi ini terbukti secara ilmiah mampu meningkatkan invariansi dan kemampuan generalisasi arsitektur jaringan saraf konvolusi, sehingga model menjadi jauh lebih tangguh dan akurat saat mendeteksi sel darah pada berbagai skenario visual yang kompleks (Susanti, Pratama, and Riyadi 2023).

Penegasan mengenai pentingnya penelitian ini didasarkan pada kebutuhan akan sistem deteksi yang tidak hanya unggul secara arsitektur, tetapi juga tangguh karena didukung oleh dataset yang seimbang. Melalui implementasi augmentasi data dan teknik *oversampling* pada sisa dataset *Kaggle* yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh peneliti terdahulu, penelitian ini berupaya mengisi kekosongan metodologi dalam penanganan kelas minoritas sel darah putih. Integrasi model YOLOv8 dan DETR diharapkan dapat menciptakan sinergi antara kecepatan ekstraksi fitur dan ketepatan pelabelan konteks global, yang secara langsung akan berdampak pada peningkatan metrik dan akurasi klasifikasi.

Berdasarkan seluruh uraian mengenai urgensi klinis, keterbatasan metode, serta peluang peningkatan teknis melalui integrasi *deep learning*, maka penelitian ini difokuskan pada upaya optimalisasi deteksi melalui persiapan data yang lebih baik dan arsitektur yang lebih cerdas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan teknologi kesehatan di Indonesia dalam mendukung percepatan diagnostik laboratorium. Atas dasar tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan judul: “Implementasi Augmentasi Data Pada Model Integrasi YOLOv8 Dan DETR Untuk Deteksi Lima Jenis Sel Darah Putih”.

## **B. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada tugas *object detection* (deteksi objek), bukan *image classification* (klasifikasi gambar) atau segmentasi. Objek yang dideteksi adalah sel darah putih (*white blood cell/WBC*).
2. Jenis sel darah putih yang menjadi objek penelitian dan diuji dalam *dataset* ini adalah lima jenis utama: Basofil, Limfosit, Eosinofil, Neutrofil, dan Monosit.

3. Model yang diuji dan dibandingkan adalah YOLOv8 dan DETR (*Detection Transformer*). Penelitian ini spesifik pada integrasi keduanya, di mana YOLOv8 digunakan dalam proses *Generate* dan DETR digunakan untuk pelatihan model akhir dengan tujuan meningkatkan akurasi hasil deteksi dari YOLOv8.
4. Data yang digunakan adalah gambar digital sel darah putih yang diambil dari *Kaggle*.

### C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan penelitian, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa efektif implementasi integrasi arsitektur YOLOv8 dengan DETR dalam mengatasi keterbatasan deteksi objek YOLOv8 (khususnya pada objek tumpang tindih) untuk meningkatkan akurasi kelima jenis sel darah putih?
2. Bagaimana perbandingan persentase hasil deteksi antara model YOLOv8 dengan model integrasi DETR untuk menentukan besarnya peningkatan kinerja deteksi pada lima jenis sel darah putih?

### D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk:

1. Menganalisis dan mengimplementasikan integrasi arsitektur YOLOv8 dengan DETR untuk mengatasi keterbatasan deteksi objek tradisional (YOLOv8) dalam menangani masalah objek sel darah putih yang tumpang tindih (*multiple objects*), sehingga menghasilkan model deteksi yang lebih stabil dan memiliki akurasi yang lebih tinggi.
2. Mengukur dan membandingkan nilai kinerja antara model deteksi objek YOLOv8 tanpa DETR dengan model DETR untuk memverifikasi dan menentukan sejauh mana peningkatan rata-rata hasil deteksi yang dicapai melalui integrasi kedua arsitektur tersebut.

### E. Manfaat Penelitian

Hasil temuan dari penelitian deteksi jenis sel darah putih menggunakan integrasi YOLOv8 dan DETR ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang

signifikan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan aplikasi praktis di bidang kesehatan dan teknologi.

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan model *object detection* dengan menguji dan membandingkan kinerja model *Deep Learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (YOLOv8) dan *Transformer* (DETR) pada bidang biomedis.
2. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait penerapan integrasi arsitektur Deep Learning untuk peningkatan akurasi deteksi dan identifikasi objek berukuran kecil dan tumpang tindih, seperti sel darah.
3. Membantu ahli patologi dan teknisi laboratorium dalam melakukan hitung jenis sel darah putih (*white blood cell differential count*) secara otomatis, lebih cepat, dan dengan potensi human error yang lebih minimal melalui penerapan kerangka kerja yang terstandarisasi secara sistematis (Hidayat and Wijaya 2021).
4. Menyediakan solusi teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses diagnosis penyakit yang indikasi utamanya didasarkan pada morfologi dan jumlah sel darah putih (Basofil, Limfosit, Eosinofil, Neutrofil, Monosit).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriyanto, Teguh, Risky Aswi Ramadhani, Risa Helilintar, and A. Ristyawan. 2022. "Classification of Dog and Cat Images Using the CNN Method." *ILKOM Jurnal Ilmiah* 14(3):203–8.
- Ak, S. B., J. Analis, K. Poltekkes, and K. Makassar. 2018. "ANALISIS JUMLAH LEUKOSIT DAN JENIS LEUKOSIT PADA INDIVIDU YANG TIDUR DENGAN LAMPU MENYALA DAN YANG DIPADAMKAN." *Jurnal Media Analis Kesehatan* 1(1).
- Andrianson, Fredriek, Lina Lina, and Arlends Chris. 2021. "Pendeteksian Sel Darah Putih Dari Citra Preparat Dengan You Only Look Once." *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi* 9(1):75–78.
- Andriyanto, Teguh, and Arie Nugroho. 2022. "Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Deteksi Objek Real-Time." *Jurnal Informatika Polinema* 8(1):45–52. doi:10.33795/jip.v8i1.782.
- Hidayat, T., and K. Wijaya. 2021. "Penerapan Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) Dalam Analisis Data Medis." *Jurnal Sistem Informasi Bisnis (JUNISBI)* 11(2):155–63. doi:10.21456/vol11iss2pp155-163.
- Indarto, Indarto, and Murinto Murinto. 2017. "Klasifikasi Jenis Sel Darah Putih Berdasarkan Ciri Warna Dan Bentuk Dengan Metode K-Nearest Neighbor." *Jurnal Informatika* 11(2):25–32. doi:10.26555/jurnal.v11i2.6417.
- Indrawanti, Annisaa Sri, and Eka Prakarsa Mandyartha. 2018. "Deteksi Limfoblas Pada Citra Sel Darah Menggunakan Fitur Geometri Dan Local Binary Pattern." *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 7(4):404–10.
- Kurnia, R., R. Fatiyah, and R. P. Efendi. 2021. "Identifikasi Jenis Sel Darah Putih Menggunakan Metode Convolutional Neural Network." *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)* 5(3):540–46. doi:10.29207/resti.v5i3.3135.
- Lina, Lina. 2022. "PENDETEKSIAN SEL DARAH PUTIH DARI CITRA PREPARAT TANPA PEWARNAAN DENGAN FASTER R-CNN." *Computatio: Journal of Computer Science and Information Systems* 6(2).
- Mahendra, I., D. Saputra, and R. Kusuma. 2024. "Perbandingan Mekanisme Self-

- Attention Dan Local Receptive Field Pada Pemrosesan Citra Medis.” *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)* 10(1):75–83. doi:10.33480/jitk.v10i1.3110.
- Nicolas, Carion, Massa Francisco, Synnaeve Gabriel, Usunier Nicolas, Kirillov Alexander, and Zagoruyko Sergey. 2020. “End-to-End Object Detection with Transformers.” Springer International Publishing.
- Nugraha, Shinta Jitny Ayu, and Bayu Erfianto. 2023. “Deteksi Sel Darah Putih Menggunakan Integrasi YOLOv8 Dengan DETR Untuk Meningkatkan Akurasi.” *Sinkron: Jurnal Dan Penelitian Teknik Informatika* 8(3):1908–16. doi:10.33395/sinkron.v8i3.12811.
- Nugroho, Arie, Ricardus Anggi Pramunendar, and Abdul Syukur. 2024. “Penanganan Class Imbalance Menggunakan Teknik Oversampling Pada Deteksi Objek Medis.” *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 13(2):112–20. doi:10.22146/jnteti.v13i2.4501.
- Nugroho, Arie, M. Arief Soeleman, Ricardus Anggi Pramunendar, Affandy Affandy, and Aris Nurhindarto. 2024. “Peningkatan Performa Ensemble Learning Pada Segmentasi Semantik Gambar Dengan Teknik Oversampling Untuk Class Imbalance.” *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 10(4):899–908.
- Park, Y. H., and T. H. Jun. 2022. “Klasifikasi Biji Kedelai [Glycine Max (L.) Merr.] Berbasis Deep Learning Menggunakan Model YOLOV5.” *Plant Breeding and Biotechnology* 10(1):75–80.
- Prasetyo, Eko, Nanik Purbowati, and Kurniawan S. Adhi. 2022. “Deep Learning for White Blood Cell Segmentation and Classification: A Review.” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 13(5). doi:10.14569/IJACSA.2022.0130545.
- Pratama, R., and A. Wibowo. 2023. “Kinerja Arsitektur YOLOv8 Dalam Klasifikasi Sel Darah Putih Pada Citra Mikroskopis.” *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika (JITEKI)* 9(3):601–10. doi:10.26555/jiteki.v9i3.24510.
- Rahman, F., and L. Hakim. 2022. “Analisis Confusion Matrix Dan Hyperparameter Tuning Pada Klasifikasi Granulosit.” *Jurnal Rekayasa Sistem Dan Teknologi*

- Informasi (RESTI)* 6(5):1012–20. doi:10.29207/resti.v6i5.4201.
- Rajeshwari, P., P. Abhishek, P. Srikanth, and T. Vinod. 2019. “Deteksi Objek: Tinjauan Umum.” *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)* 3(3).
- Renatasiva, Billy, Njoto Benarkah, and Mohammad Farid Naufal. 2024. “YOLOv5 Untuk Menghitung Sel Darah Merah Dan Sel Darah Putih.” *Keluwih: Jurnal Sains Dan Teknologi* 5(1):10–18.
- Reynaldo, D., and Lina. 2019. “Kajian Tentang Deteksi Sel Darah Putih Dengan Teknik Segmentasi Watershed.”
- Ristyawan, Aidina, and Arie Nugroho. 2025. “Optimasi Hyperparameter Pada Algoritma Deep Learning Untuk Ekstraksi Fitur Citra.” *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)* 12(1):33–41. doi:10.25126/jtiik.20251218902.
- Rochman, M., and A. Junaedi. 2020. “Deteksi Objek Produk Ritel Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN).” *Jurnal Pengembangan Rekayasa Dan Teknologi* 16(2):107–14.
- Santoso, B., K. Wijaya, and H. Setiawan. 2022. “Penerapan Algoritma Detection Transformer (DETR) Untuk Mengatasi Objek Tumpang Tindih Pada Citra Biomedis.” *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)* 9(2):1422–35. doi:10.35957/jatisi.v9i2.1932.
- Setiawan, A., and H. Purnomo. 2025. “Pengembangan Aplikasi Asisten Diagnostik Berbasis Web Menggunakan Framework Streamlit.” *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)* 8(1):40–48. doi:10.32672/jnkti.v8i1.4112.
- Sri Indrawanti, Annisaa, and Eka Prakarsa Mandyartha. 2018. “Deteksi Limfoblas Pada Citra Sel Darah Menggunakan Fitur Geometri Dan Local Binary Pattern.” *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 7(4):404–10.
- Susanti, E., A. Pratama, and S. Riyadi. 2023. “Teknik Augmentasi Data Spasial Untuk Meningkatkan Akurasi Model Convolutional Neural Network (CNN).” *Jurnal Komputer Terapan* 9(2):88–96. doi:10.35143/jkt.v9i2.5601.
- Wardani, Anita Sari, Sucipto Sucipto, and Ajeng N. Permatasari. 2023. “Integrasi

Sistem Informasi Laboratorium (SIL) Berbasis Cloud Untuk Otomasi Diagnostik.” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)* 7(4):890–97. doi:10.29207/resti.v7i4.3512.

Wu, Yonglin, Dongxu Gao, Yinfeng Fang, Xue Xu, Hongwei Gao, and Zhaojie Ju. 2023. “SDE-YOLO: A Novel Method for Blood Cell Detection.” *Biomimetics* 8(5):404.