

PENDETEKSIAN PENDARAHAN PADA CITRA DIGITAL  
RADIOLOGI OTAK MANUSIA MENGGUNAKAN *FASTER*  
*REGION-BASED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

ARTAMANANDA  
NIM : 09021282025048

**Jurusan Teknik Informatika**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Tahun 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

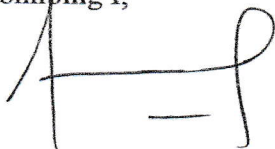
PENDETEKSIAN PENDARAHAN PADA CITRA DIGITAL RADIOLOGI  
OTAK MANUSIA MENGGUNAKAN *FASTER REGION-BASED  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Oleh :

**ARTAMANANDA**  
NIM : 09021282025048

Palembang, 13 November 2023

Pembimbing I,



Dr. Muhammad Fachrurrozi, M.T.  
NIP 198005222008121002

Pembimbing II,



Annisa Darmawahyuni, M.Kom.  
NIP 199006302023212044

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alwi Syahrini Utami, M.Kom.  
NIP 197812222006042003

## TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF

Pada hari Jum'at tanggal 27 Oktober 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Artamananda

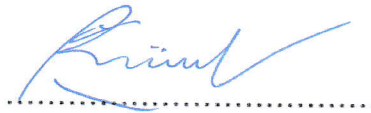
NIM : 09021282025048

Judul : Pendeteksian Pendarahan pada Citra Digital Radiologi Otak Manusia menggunakan *Faster Region-based Convolutional Neural Network*

dan dinyatakan **LULUS**.

1. Ketua Penguji

Mastura Diana Marieska, M.T.  
NIP 198603212018032001



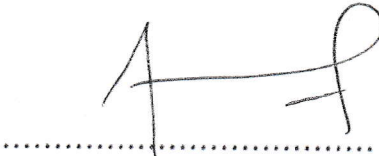
2. Penguji

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.  
NIP 197102041997021003



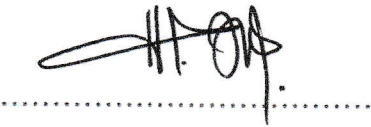
3. Pembimbing I

Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.Si., M.T.  
NIP 198005222008121002



4. Pembimbing II

Annisa Darmawahyuni, M.Kom.  
NIP 199006302023212044



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.  
NIP 197812222006042003

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Artamananda

NIM : 09021282025048

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Pendeteksian Pendarahan pada Citra Digital Radiologi Otak

Manusia menggunakan *Faster Region-based Convolutional Neural Network*

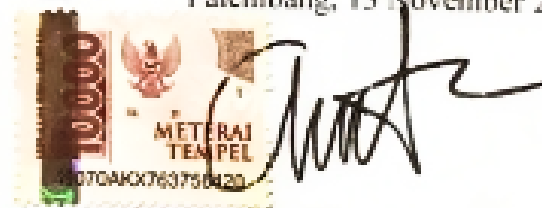
Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 13%

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

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



Palembang, 13 November 2023



Artamananda

NIM 09021282025048

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

*“Kecil hanya sekali, muda hanya sekali, tua hanya sekali, hiduplah kini.”*

*- Tulus*

*“Sedikit lebih beda lebih baik daripada sedikit lebih baik.”*

*- Pandji Pragiwaksono*

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

- Kedua Orang Tua
- Keluarga Besar
- Dosen Pembimbing
- Almamater Kebanggaan
- Peneliti Informatika Medis

**DETECTION OF BLOODING IN DIGITAL RADIOLOGICAL IMAGES OF  
THE HUMAN BRAIN USING FASTER REGION-BASED  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

**ARTAMANANDA**

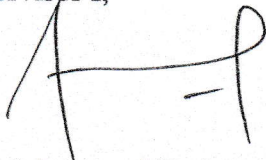
**09021282025048**

**ABSTRACT**

*This research discusses four scenarios in developing a Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster R-CNN) model to detect bleeding in radiological images of the human brain. We specifically tested and compared key parameters, namely learning rate, batch size, backbone architecture, and data sharing, to determine the most effective configuration. The results show that the learning rate 0.001, batch size 4, ResNet-50 backbone and data split 90:10 are the best of the datasets used. These findings could provide a valuable basis for the development of more sophisticated medical detection applications, with the hope of improving the diagnosis and treatment of brain hemorrhage sufferers more effectively.*

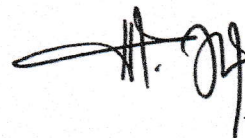
**Keywords:** Hemorrhage Detection, Human Brain Radiology Image, Faster R-CNN, Deep Learning

Supervisor I,



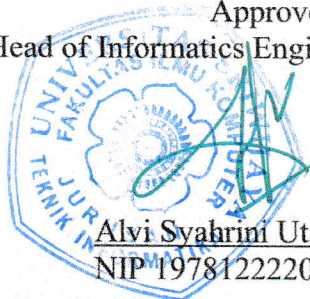
Dr. Muhammad Fachrurrozi, M.T.  
NIP 198005222008121002

Supervisor II,



Annisa Darmawahyuni, M.Kom.  
NIP 199006302023212044

Approved,  
Head of Informatics Engineering Department



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.  
NIP 197812222006042003

**PENDETEKSIAN PENDARAHAN PADA CITRA DIGITAL RADIOLOGI  
OTAK MANUSIA MENGGUNAKAN *FASTER REGION-BASED  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

**ARTAMANANDA**

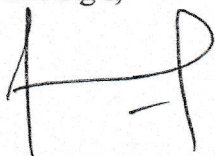
**09021282025048**

**ABSTRAK**

Penelitian ini membahas empat skenario dalam pengembangan model *Faster Region-based Convolutional Neural Network* (*Faster R-CNN*) untuk mendeteksi pendarahan pada citra radiologi otak manusia. Kami secara khusus menguji dan membandingkan parameter-parameter kunci, yaitu learning rate, batch size, arsitektur backbone, dan pembagian data, guna menentukan konfigurasi yang paling efektif. Hasil menunjukkan bahwa learning rate 0.001, batch size 4, backbone ResNet-50 dan pembagian data 90:10 adalah yang terbaik dari dataset yang digunakan. Temuan ini dapat menjadi landasan berharga untuk pengembangan aplikasi deteksi medis yang lebih canggih, dengan harapan dapat meningkatkan diagnosis dan perawatan penderita pendarahan otak dengan lebih efektif.

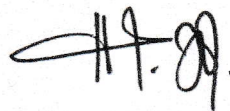
**Kata Kunci:** Deteksi Pendarahan, Citra Radiologi Otak Manusia, *Faster R-CNN*, *Deep Learning*

Pembimbing I,



Dr. Muhammad Fachrurrozi, M.T.  
NIP 198005222008121002

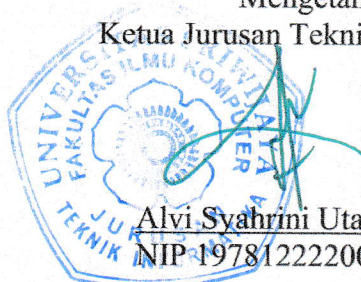
Pembimbing II,



Annisa Darmawahyuni, M.Kom.  
NIP 199006302023212044

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.  
NIP 197812222006042003

## **KATA PENGANTAR**

Segala pujian dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga. Dalam kesempatan yang penuh berkah ini, penulis dengan rendah hati ingin menyampaikan kata pengantar untuk Skripsi dengan judul "Pendeteksian Pendarahan Pada Citra Digital Radiologi Otak Manusia Menggunakan Faster Region-based Convolutional Neural Network."

Skripsi ini merupakan hasil perjuangan, dedikasi, serta kerja keras selama beberapa waktu belakangan dalam rangka memahami dan mengatasi salah satu tantangan penting dalam bidang informatika medis, yaitu deteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta motivasi selama perjalanan penelitian ini. Pihak-pihak tersebut adalah :

1. Bapak Arminsyah, S.E., sosok ayah yang bijaksana, Ibu Taslima, sosok ibu penyemangat, dan Araihanan, adik yang penuh kasih, telah memberikan dukungan tak terhingga, doa-doa tulus, serta motivasi yang tak kenal lelah. Berkat cinta dan dorongan mereka, penulis berhasil menyelesaikan pendidikan di jurusan Teknik Informatika ini dengan penuh rasa bangga dan syukur.
2. Keluarga besar, dengan cinta mendalam, doa-doa yang tulus, serta semangat yang membara, telah memberikan dukungan moral dan bantuan materil yang tak ternilai bagi penulis dalam setiap langkah perjalanan ini..



3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
4. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Muhammad Fachrurrozi, M.T., dan Ibu Annisa Darmawahyuni, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam proses pengerjaan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Bapak Muhammad Ali Buchari, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan selama perkuliahan.
7. Bapak Samsuryadi, M.Kom., Ph.D., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan koreksi dan masukan untuk skripsi ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
9. Seluruh Tata usaha Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
10. Annisa Fatihah Salsabila, seseorang yang setia memberikan cahaya, arah, serta kebijaksanaan dalam perjalanan panjang dari awal hingga kini, sabarnya tak pernah luntur, memberikan semangat, nasihat, dan motivasi yang tak ternilai harganya.
11. Teman-teman Toko Arya Unicorn, Kabinet Kerja, IF 2020, BEM UNSRI, GDSC UNSRI, IKAMALA, serta teman-teman lainnya yang telah mengisi proses perkuliahan dan juga penyelesaian penelitian ini.

Penulis sadar akan sejumlah keterbatasan yang melekat pada hasil penelitian ini, dan dengan kerendahan hati, penulis berharap bahwa penelitian ini dapat berperan sebagai titik tolak yang signifikan dalam perjalanan menuju pengembangan sistem deteksi pendarahan otak yang lebih canggih di masa mendatang. Sebagai penutup, penulis berharap agar Skripsi ini dapat memberikan manfaat yang konkret serta kontribusi berarti untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan kesejahteraan masyarakat, serta memicu semangat para peneliti berikutnya untuk terus menggali bidang yang sama dengan semangat inovasi yang tinggi.

Palembang, 13 November 2023  
Penulis,

Artamananda  
NIM 09021282025048

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR ALGORITMA.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1    Pendahuluan.....	I-1
1.2    Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.3    Rumusan Masalah.....	I-2
1.4    Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5    Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6    Batasan Masalah .....	I-4
1.7    Sistematika Penulisan .....	I-4
1.8    Kesimpulan .....	I-7
BAB II KAJIAN LITERATUR .....	II-1
2.1    Pendahuluan.....	II-1
2.2    Landasan Teori.....	II-1
2.2.1    Radiologi Otak Manusia.....	II-1
2.2.2    Pendarahan pada Otak Manusia .....	II-2
2.2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	II-3
2.2.4 <i>Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster R-CNN)</i> .....	II-5

2.2.5	Deteksi Pendarahan pada Citra Digital Radiologi Otak Manusia ...	II-8
2.2.6	Metrik Evaluasi Deteksi Objek.....	II-11
2.3	Penelitian Lain yang Relevan .....	II-13
2.4	Kesimpulan .....	II-14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Pendahuluan.....	III-1
3.2	Pengumpulan Data .....	III-1
3.2.1	Jenis dan Sumber Data .....	III-1
3.2.2	Metode Pengumpulan Data .....	III-2
3.3	Tahapan Penelitian.....	III-2
3.3.1	Mengumpulkan Data .....	III-3
3.3.2	Menentukan Kerangka Kerja Penelitian.....	III-3
3.3.3	Menentukan Kriteria Pengujian.....	III-4
3.3.4	Menentukan Format Data Pengujian .....	III-5
3.3.5	Menentukan Alat Bantu Penelitian.....	III-5
3.3.6	Mengembangkan Perangkat Lunak .....	III-6
3.3.7	Melakukan Pengujian Penelitian .....	III-6
3.3.8	Melakukan Analisis dan Menarik Kesimpulan .....	III-7
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-7
3.5	Manajemen Proyek Penelitian .....	III-9
3.6	Kesimpulan .....	III-12
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK.....		IV-1
4.1	Pendahuluan.....	IV-1
4.2	<i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	IV-1
4.2.1	Fase Insepsi .....	IV-1
4.2.1.1	Pemodelan Bisnis .....	IV-1
4.2.1.2	Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional .....	IV-2
4.2.1.3	Analisis dan Desain .....	IV-3
4.2.2	Fase Elaborasi.....	IV-8
4.2.2.1	Pemodelan Bisnis .....	IV-8
4.2.2.2	Kebutuhan Perangkat Lunak .....	IV-10

4.2.2.3	Analisis dan Desain .....	IV-10
4.2.3	Fase Konstruksi .....	IV-14
4.2.3.1	<i>Class Diagram</i> .....	IV-14
4.2.3.2	Implementasi Kelas pada <i>Class Diagram</i> .....	IV-15
4.2.3.3	Implementasi Rancangan Antarmuka.....	IV-15
4.2.4	Fase Transisi .....	IV-17
4.2.4.1	Pemodelan Bisnis .....	IV-18
4.2.4.2	Analisis dan Desain .....	IV-18
4.2.4.3	Implementasi .....	IV-19
4.3	Kesimpulan .....	IV-21
BAB V HASIL DAN ANALISIS .....		V-1
5.1	Pendahuluan.....	V-1
5.2	Data Hasil Penelitian.....	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan .....	V-1
5.2.2	Data Hasil Konfigurasi Model 1.....	V-3
5.2.3	Data Hasil Konfigurasi Model 2.....	V-5
5.2.4	Data Hasil Konfigurasi Model 3.....	V-6
5.2.5	Data Hasil Konfigurasi Model 4.....	V-7
5.2.6	Data Hasil Konfigurasi Model 5.....	V-8
5.2.7	Data Hasil Konfigurasi Model 6.....	V-9
5.2.8	Data Hasil Konfigurasi Model 7.....	V-11
5.2.9	Data Hasil Konfigurasi Model 8.....	V-12
5.2.10	Data Hasil Konfigurasi Model 9.....	V-13
5.3	Analisis Hasil Penelitian .....	V-14
5.4	Kesimpulan .....	V-16
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		VI-1
6.1	Pendahuluan.....	VI-1
6.2	Kesimpulan .....	VI-1
6.3	Saran .....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xv
LAMPIRAN .....		xix

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1. Tabel Rancangan Hasil Evaluasi.....	III-5
Tabel III-2. Work Breakdown Structure (WBS).....	III-9
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak .....	IV-2
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional Perangkat Lunak .....	IV-3
Tabel IV-3. Definisi Aktor.....	IV-4
Tabel IV-4. Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-4
Tabel IV-5. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan <i>Input</i> Citra Otak Manusia.....	IV-5
Tabel IV-6. Skenario <i>Use Case</i> Mendeteksi Pendarahan Otak.....	IV-6
Tabel IV-7. Implementasi Kelas-Kelas dari <i>Class Diagram</i> .....	IV-15
Tabel IV-8. Daftar <i>File</i> HTML.....	IV-16
Tabel IV-9. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan <i>Input</i> Citra Otak Manusia.....	IV-18
Tabel IV-10. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Mendeteksi Pendarahan Otak .....	IV-19
Tabel IV-11. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan <i>Input</i> Citra Otak Manusia.....	IV-19
Tabel IV-12. Pengujian <i>Use Case</i> Mendeteksi Pendarahan Otak.....	IV-20
Tabel V-1. Konfigurasi Parameter Tetap.....	V-1
Tabel V-2. Konfigurasi Skenario 1.....	V-2
Tabel V-3. Konfigurasi Skenario 2.....	V-2
Tabel V-4. Konfigurasi Skenario 3.....	V-3
Tabel V-5. Konfigurasi Skenario 4.....	V-3
Tabel V-7. Hasil Pengujian Model 2 menggunakan Data Uji .....	V-5
Tabel V-8. Hasil Pengujian Model 3 menggunakan Data Uji .....	V-7
Tabel V-9. Hasil Pengujian Model 4 menggunakan Data Uji .....	V-8
Tabel V-10. Hasil Pengujian Model 5 menggunakan Data Uji.....	V-9
Tabel V-11. Hasil Pengujian Model 6 menggunakan Data Uji.....	V-10
Tabel V-12. Hasil Pengujian Model 7 menggunakan Data Uji.....	V-11
Tabel V-13. Hasil Pengujian Model 8 menggunakan Data Uji.....	V-13
Tabel V-14. Hasil Pengujian Model 9 menggunakan Data Uji.....	V-14

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1. Perbandingan Otak Normal dan Otak yang Mengalami Pendarahan ... .....	II-3
Gambar II-2. Arsitektur CNN .....	II-4
Gambar II-3. Konsep Dasar Faster R-CNN.....	II-6
Gambar II-4. Perbandingan CNN, R-CNN, dan Faster R-CNN.....	II-7
Gambar II-5. Proses Deteksi Faster R-CNN .....	II-9
Gambar II-6. <i>Bounding Box</i> Hasil Deteksi .....	II-10
Gambar II-7. Konsep Dasar IoU (Rezatofighi et al., 2019).....	II-11
Gambar II-8. Contoh IoU pada Pendeteksian Pendarahan Otak .....	II-12
Gambar III-1. Rincian Tahapan Penelitian .....	III-2
Gambar III-2. Kerangka Kerja Penelitian Proses <i>Training</i> .....	III-3
Gambar III-3. Kerangka Kerja Penelitian Proses <i>Testing</i> .....	III-4
Gambar IV-1. <i>Use Case Diagram</i> Perangkat Lunak.....	IV-3
Gambar IV-2. Rancangan Antarmuka Halaman <i>Home</i> .....	IV-8
Gambar IV-3. Rancangan Antarmuka Halaman Unggah <i>File</i> .....	IV-9
Gambar IV-4. Rancangan Antarmuka Halaman Proses Deteksi.....	IV-9
Gambar IV-5. Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Deteksi.....	IV-10
Gambar IV-6. <i>Activity Diagram</i> Input Citra Otak Manusia .....	IV-11
Gambar IV-7. <i>Activity Diagram</i> Deteksi Pendarahan Otak.....	IV-12
Gambar IV-8. <i>Sequence Diagram</i> Input Citra Otak Manusia.....	IV-13
Gambar IV-9. <i>Sequence Diagram</i> Deteksi Pendarahan Otak .....	IV-13
Gambar IV-10. <i>Class Diagram</i> Perangkat Lunak Deteksi Pendarahan Otak.....	IV-14
Gambar IV-11. Antarmuka Halaman <i>Home</i> .....	IV-16
Gambar IV-12. Antarmuka Halaman Unggah <i>File</i> .....	IV-16
Gambar IV-13. Antarmuka Halaman Proses Deteksi .....	IV-17
Gambar IV-14. Antarmuka Halaman Hasil Deteksi.....	IV-17
Gambar V-1. Grafik Hasil IoU Model 1 .....	V-4
Gambar V-2. Grafik Hasil IoU Model 2 .....	V-5
Gambar V-3. Grafik Hasil IoU Model 3 .....	V-6

Gambar V-4. Grafik Hasil IoU Model 4 .....	V-7
Gambar V-5. Grafik Hasil IoU Model 5 .....	V-8
Gambar V-6. Grafik Hasil IoU Model 6 .....	V-10
Gambar V-7. Grafik Hasil IoU Model 7 .....	V-11
Gambar V-8. Grafik Hasil IoU Model 8 .....	V-12
Gambar V-9. Grafik Hasil IoU Model 9 .....	V-13



## DAFTAR ALGORITMA

	Halaman
Algoritma II-1. Penggunaan Faster R-CNN pada <i>PyTorch</i> .....	II-8
Algoritma II-2. Menghitung IoU menggunakan <i>Torchvision</i> pada <i>PyTorch</i> .....	II-12
Algoritma II-3. Menghitung mAP menggunakan <i>Torchvision</i> pada <i>PyTorch</i> ....	II-13

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kode Program.....	xix

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Pendahuluan skripsi yang lengkap dan informatif harus mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah penelitian. Latar belakang penelitian membahas konteks dan alasan di balik penelitian, perumusan masalah menjelaskan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan penelitian merumuskan hasil yang ingin dicapai, batasan menetapkan ruang lingkup penelitian, dan manfaat penelitian menguraikan kontribusi teoritis, praktis, maupun metodologis. Dengan menyusun pendahuluan secara sistematis dan rinci, pembaca akan memahami dengan jelas bagaimana hasil penelitian dapat diaplikasikan dalam praktik yang lebih baik.

### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Pendarahan pada otak manusia merupakan kondisi yang sangat serius sehingga dapat mengancam nyawa. Sebagai bentuk pencegahan, diperlukan pengecekan terhadap otak manusia sehingga dapat diidentifikasi sedini mungkin agar mendapatkan diagnosis dan pengobatan yang tepat (Burduja et al., 2020). Namun, interpretasi citra radiologi otak manusia untuk deteksi indikasi pendarahan tentu sangat menantang karena terdapat variasi ukuran, bentuk, dan lokasi dari lesi yang beraneka ragam pada setiap pasien (Arbabshirani et al., 2018).

Metode mendeteksi pendarahan otak di rumah sakit melibatkan visualisasi manual dan analisis citra radiologi otak oleh radiolog yang berpengalaman. Namun,

pendekatan ini kurang efisien dan memerlukan kemampuan khusus dalam interpretasi citra radiologi serta menggunakan waktu relatif lama. Oleh sebab itu, penggunaan teknologi komputer dan *deep learning* dalam deteksi pendarahan otak menjadi semakin penting dan relevan (Daugaard Jørgensen et al., 2022).

*Deep learning* memiliki kemampuan dalam mempelajari representasi fitur secara otomatis, mengenali pola yang kompleks, serta meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam tugas deteksi objek. Oleh karena itu, *deep learning* lebih dapat diandalkan dibandingkan *conventional machine learning* yang cenderung memiliki hasil tidak sebaik *deep learning* dalam hal deteksi objek (Chauhan and Singh, 2018). *Faster Region-based Convolutional Neural Network* (Faster R-CNN) adalah algoritma *deep learning* yang telah terbukti berhasil dalam melakukan deteksi objek dengan sangat cepat (Ren et al., 2017). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menggunakan Faster R-CNN untuk mendeteksi indikasi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini, antara lain :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan metode Faster R-CNN dalam mendeteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia terhadap tingkat kinerja deteksi?
2. Bagaimana memperbaiki kinerja deteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia dengan mengoptimalkan parameter Faster R-CNN?

3. Bagaimana perbandingan kinerja deteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia di setiap skenario yang menggunakan Faster R-CNN?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini, antara lain :

1. Menganalisis pengaruh penggunaan metode Faster R-CNN dalam mendeteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia terhadap tingkat kinerja deteksi.
2. Mengoptimalkan parameter Faster R-CNN untuk meningkatkan kinerja deteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia.
3. Membandingkan kinerja deteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia di setiap skenario yang menggunakan Faster R-CNN.
4. Mengembangkan perangkat lunak pendeteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia menggunakan Faster R-CNN.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini, antara lain :

1. Membantu dokter radiologi dan ahli medis untuk memberikan diagnosis yang lebih efisien sehingga memungkinkan mereka untuk melayani lebih banyak pasien.
2. Hasil keluaran deteksi bisa diintegrasikan ke sistem rumah sakit di seluruh dunia yang saling terhubung satu sama lain dan memungkinkan tenaga medis untuk mengakses informasi tersebut dengan cepat.

3. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang informatika medis, khususnya deteksi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini, antara lain :

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada data sekunder citra digital radiologi otak manusia yang tersegmentasi dan tersedia dalam *PhysioNet*.
2. Data masukan harus berupa citra digital radiologi otak manusia, bukan citra digital radiologi bagian organ tubuh lainnya.
3. Penelitian ini hanya dalam lingkup simulasi program dengan keluaran program berbentuk deteksi *true* atau *false* yang menunjukkan bahwa pada citra digital radiologi otak manusia tersebut terdapat indikasi pendarahan atau tidak.
4. Penelitian ini tidak mencakup analisis dan diagnosis pendarahan otak manusia secara klinis, melainkan hanya berfokus pada pengembangan perangkat lunak pendeteksian pendarahan otak menggunakan Faster R-CNN.
5. Penelitian ini hanya digunakan sebagai alat bantu pertimbangan dokter dalam mengambil keputusan, bukan sebagai media pengambil keputusan.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan penelitian ini, antara lain :

## **BAB I. PENDAHULUAN**

Pendahuluan skripsi yang lengkap dan informatif harus mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah penelitian. Latar belakang penelitian membahas konteks dan alasan di balik penelitian, perumusan masalah menjelaskan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan penelitian merumuskan hasil yang ingin dicapai, batasan menetapkan ruang lingkup penelitian, dan manfaat penelitian menguraikan kontribusi teoritis, praktis, maupun metodologis. Dengan menyusun pendahuluan secara sistematis dan rinci, pembaca akan memahami dengan jelas bagaimana hasil penelitian dapat diaplikasikan dalam praktik yang lebih baik.

## **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Kajian literatur adalah bagian penting dalam skripsi yang berfungsi sebagai landasan teori dan referensi utama dalam penelitian. Pada bagian ini, penulis harus mengumpulkan dan memilih sumber-sumber yang relevan dengan topik penelitian, mengkaji secara kritis teori dan penelitian terkait, serta menunjukkan kesesuaian dan perbedaan antara temuan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Selain itu, pada bagian ini juga akan diuraikan kerangka konseptual atau model yang digunakan dalam penelitian. Tinjauan pustaka sangat penting karena menjadi dasar bagi analisis dan pembahasan yang akan dilakukan pada bagian-bagian selanjutnya.

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian ini, penulis akan menjelaskan secara detail mengenai metode penelitian yang digunakan dalam penelitian. Hal ini meliputi penjelasan tentang

jenis dan sumber data yang digunakan, metode pengumpulan data, dan tahapan penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui tahapan observasi, pengambilan data, dan pengolahan data. Selain itu, penulis juga akan menjelaskan metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian, serta manajemen proyek penelitian untuk memastikan kelancaran dan keberhasilan penelitian. Bagian ini penting untuk memberikan gambaran kepada pembaca mengenai bagaimana penelitian dilakukan secara sistematis dan valid.

#### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bagian ini, dijelaskan tentang pengembangan perangkat lunak menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP) yang dimulai dari Fase Insepsi, Elaborasi, Konstruksi, dan Transisi.

#### **BAB V. HASIL DAN ANALISIS**

Pada bagian ini, penulis membahas secara rinci mengenai hasil penelitian pendeteksian pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia menggunakan Faster R-CNN. Hasil penelitian ini berdasarkan parameter dan konfigurasi terbaik yang digunakan. Kualitas performa dari model yang telah melalui proses latih dan uji selanjutnya diukur menggunakan metrik evaluasi berupa *mean average precision* (mAP) dengan beberapa nilai ambang batas *intersection over union* (IoU).

#### **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini mengulas kesimpulan dari hasil dan analisis penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai pedoman atau referensi bagi penelitian masa depan.



## **1.8 Kesimpulan**

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan penelitian ini mengembangkan sebuah perangkat lunak untuk mendeteksi adanya indikasi pendarahan pada citra digital radiologi otak manusia dengan menggunakan metode *Faster Region-based Convolutional Neural Network* (Faster R-CNN) agar pasien dapat mendapatkan diagnosis dan pengobatan secara tepat yang lebih efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amit, Y., Felzenszwalb, P. and Girshick, R. 2020. Object Detection *In: Computer Vision* [Online]. Cham: Springer International Publishing, pp.1–9. [Accessed 2 June 2023]. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-03243-2\\_660-1](http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-03243-2_660-1).
- Ammar, M., Lamri, M.A., Mahmoudi, S. and Laidi, A. 2022. Deep Learning Models for Intracranial Hemorrhage Recognition: A comparative study. *Procedia Computer Science*. 196, pp.418–425.
- Arbabshirani, M.R., Fornwalt, B.K., Mongelluzzo, G.J., Suever, J.D., Geise, B.D., Patel, A.A. and Moore, G.J. 2018. Advanced machine learning in action: identification of intracranial hemorrhage on computed tomography scans of the head with clinical workflow integration. *npj Digital Medicine*. 1(1), p.9.
- Burduja, M., Ionescu, R.T. and Verga, N. 2020. Accurate and Efficient Intracranial Hemorrhage Detection and Subtype Classification in 3D CT Scans with Convolutional and Long Short-Term Memory Neural Networks. *Sensors*. 20(19), p.5611.
- Chauhan, N.K. and Singh, K. 2018. A Review on Conventional Machine Learning vs Deep Learning *In: 2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)* [Online]. Greater Noida, Uttar Pradesh, India: IEEE, pp.347–352. [Accessed 5 June 2023]. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8675097/>.
- Daugaard Jørgensen, M., Antulov, R., Hess, S. and Lysdahlgaard, S. 2022. Convolutional neural network performance compared to radiologists in

- detecting intracranial hemorrhage from brain computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Radiology*. 146, p.110073.
- Ertuğrul, Ö.F. and Akıl, M.F. 2022. Detecting hemorrhage types and bounding box of hemorrhage by deep learning. *Biomedical Signal Processing and Control*. 71, p.103085.
- Ginat, D.T. 2020. Analysis of head CT scans flagged by deep learning software for acute intracranial hemorrhage. *Neuroradiology*. 62(3), pp.335–340.
- Hostettler, I.C., Seiffge, D.J. and Werring, D.J. 2019. Intracerebral hemorrhage: an update on diagnosis and treatment. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 19(7), pp.679–694.
- Hssayeni, M., Croock, M.S. and Salman, A.D. 2020. Computed Tomography Images for Intracranial Hemorrhage Detection and Segmentation. [Accessed 26 May 2023]. Available from: <https://physionet.org/content/ct-ich/1.3.1/>.
- Hu, K., Chen, K., He, X., Zhang, Y., Chen, Z., Li, X. and Gao, X. 2020. Automatic segmentation of intracerebral hemorrhage in CT images using encoder–decoder convolutional neural network. *Information Processing & Management*. 57(6), p.102352.
- Lee, H., Yune, S., Mansouri, M., Kim, M., Tajmir, S.H., Guerrier, C.E., Ebert, S.A., Pomerantz, S.R., Romero, J.M., Kamalian, S., Gonzalez, R.G., Lev, M.H. and Do, S. 2018. An explainable deep-learning algorithm for the detection of acute intracranial haemorrhage from small datasets. *Nature Biomedical*

*Engineering*. 3(3), pp.173–182.

Lin, T.-Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Dollár, P. and Zitnick, C.L. 2014. Microsoft COCO: Common Objects in Context *In*: D. Fleet, T. Pajdla, B. Schiele and T. Tuytelaars, eds. *Computer Vision – ECCV 2014* [Online]. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, pp.740–755. [Accessed 2 June 2023]. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-10602-1\\_48](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-10602-1_48).

Lindsay, G.W. 2021. Convolutional Neural Networks as a Model of the Visual System: Past, Present, and Future. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 33(10), pp.2017–2031.

Melmed, K.R., Cao, M., Dogra, S., Zhang, R., Yaghi, S., Lewis, A., Jain, R., Bilaloglu, S., Chen, J., Czeisler, B.M., Raz, E., Lord, A., Berger, J.S. and Frontera, J.A. 2021. Risk factors for intracerebral hemorrhage in patients with COVID-19. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*. 51(4), pp.953–960.

Ren, S., He, K., Girshick, R. and Sun, J. 2017. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 39(6), pp.1137–1149.

Rezatofighi, H., Tsoi, N., Gwak, J., Sadeghian, A., Reid, I. and Savarese, S. 2019. Generalized Intersection over Union: A Metric and A Loss for Bounding Box Regression.

Srivastava, S., Divekar, A.V., Anilkumar, C., Naik, I., Kulkarni, V. and Patabiraman, V. 2021. Comparative analysis of deep learning image

- detection algorithms. *Journal of Big Data*. 8(1), p.66.
- Števuliáková, P. and Hurtik, P. 2023. Intersection over Union with smoothing for bounding box regression.
- Wang, X., Shen, T., Yang, S., Lan, J., Xu, Y., Wang, M., Zhang, J. and Han, X. 2021. A deep learning algorithm for automatic detection and classification of acute intracranial hemorrhages in head CT scans. *NeuroImage: Clinical*. 32, p.102785.
- Zheng, Z., Wang, P., Liu, W., Li, J., Ye, R. and Ren, D. 2020. Distance-IoU Loss: Faster and Better Learning for Bounding Box Regression. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 34(07), pp.12993–13000.
- Zou, X. 2019. A Review of Object Detection Techniques *In: 2019 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA)* [Online]. Xiangtan, China: IEEE, pp.251–254. [Accessed 15 April 2023]. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8901325/>.