



SKRIPSI

**ESTIMASI ABNORMALITAS PADA
SPERMATOZOID MENGGUNAKAN DEEP
LEARNING DENGAN SSD -MOBILENET**

ANINDYA KUSUMANINGRUM AMBARWATI PRASETYO
NPM 18081010098

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

**ESTIMASI ABNORMALITAS PADA
SPERMATOZOID MENGGUNAKAN DEEP
LEARNING DENGAN SSD -MOBILENET**

ANINDYA KUSUMANINGRUM AMBARWATI PRASETYO
NPM 18081010098

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

ESTIMASI ABNORMALITAS PADA SPERMATOZOID MENGUNAKAN DEEP LEARNING DENGAN SSD -MOBILENET

Oleh :

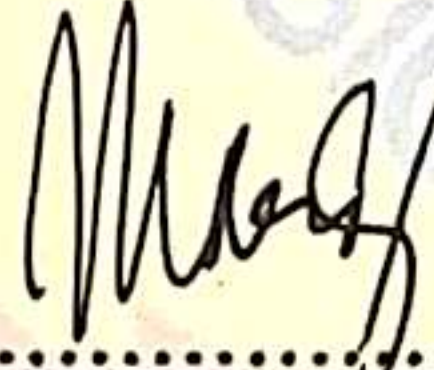
ANINDYA KUSUMANINGRUM AMBARWATI PRASETYO

NPM. 18081010098

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatia Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 15 Juli 2025.

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas , ST. MT. IPU

NIP. 19700619 2021211 009



(Pembimbing I)

Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom.,

M.Kom.

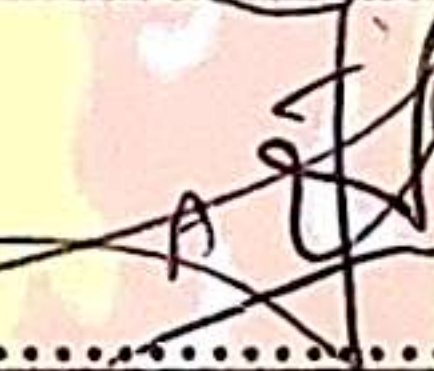
NIP. 19860825 2021211 003



(Pembimbing II)

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom

NIP. 19820211 2021212 005



(Ketua Penguji)

Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI

NIP. 19860523 2021211 003



(Anggota Penguji)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

ESTIMASI ABNORMALITAS PADA SPERMATOZOID MENGUNAKAN DEEP LEARNING DENGAN SSD -MOBILENET

Oleh :

ANINDYA KUSUMANINGRUM AMBARWATI PRASETYO
NPM. 18081010098



**Menyetujui,
Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 2021212 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anindya Kusumaningrum Ambarwati Prasetyo
NPM : 18081010098
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 18 Juni 2025

Mahasiswa

A handwritten signature in black ink is written over a yellow rectangular meter stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the number '1000', and the text 'METERAI TEMPEL' and '8F970AJX325945623'.

Anindya Kusumaningrum Ambarwati Prasetyo
NPM.18081010098

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama/NPM : Anindya Kusumaningrum A. P. /18081010098
Judul Skripsi : Estimasi Abnormalitas Pada Spermatozoid Menggunakan Deep Learning Dengan SSD-MobileNet
Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas , ST. MT. IPU.
2. Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.

Analisis morfologi spermatozoid merupakan komponen krusial dalam evaluasi fertilitas pria, dengan kondisi akrosom menjadi salah satu indikator utamanya. Akrosom, sebagai struktur tudung di kepala sperma, berfungsi melepaskan enzim untuk pembuahan, sehingga kerusakan atau ketiadaannya menyebabkan infertilitas. Namun, proses evaluasi manual bersifat subjektif dan memakan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem deteksi objek otomatis menggunakan metode deep learning untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi abnormalitas pada spermatozoid dari citra mikroskop, dengan fokus pada morfologi akrosom. Sistem ini diimplementasikan menggunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yaitu SSD-MobileNetV2 FPNLite melalui pendekatan transfer learning.

Metodologi penelitian mencakup beberapa skenario pengujian untuk menemukan konfigurasi model yang optimal. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan jumlah langkah training (5.000, 7.500, 10.000, dan 20.000 langkah) pada dataset video VISEM, serta menguji dampak penggunaan dataset gabungan (VISEM dan MHSMA). Evaluasi performa dilakukan secara kuantitatif menggunakan metrik mean Average Precision (mAP) dan secara kualitatif melalui perhitungan manual metrik Precision, Recall, serta F1-Score.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsistensi anotasi data lebih krusial daripada kuantitas. Pada dataset tunggal, teridentifikasi fenomena overfitting, di mana model yang dilatih selama 5.000 langkah menunjukkan performa praktis terbaik dengan F1-Score tertinggi sebesar 61.29%, meskipun mAP-nya hanya 5.3%. Penambahan langkah training justru menurunkan kemampuan generalisasi model secara signifikan. Ditemukan pula diskrepansi besar antara evaluasi otomatis dan observasi manual, yang menyoroti pentingnya validasi kualitatif untuk kasus deteksi objek yang kompleks. Disimpulkan bahwa model pada 5.000 langkah adalah yang paling efektif dan seimbang untuk aplikasi praktis deteksi abnormalitas morfologi sperma.

Kata Kunci: Deteksi Objek, Spermatozoid, Akrosom, Morfologi Sperma, CNN, SSD-MobileNetV2, Transfer Learning.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name/NPM : Anindya Kusumaningrum A. P. /18081010098
Thesis Title : *Estimation of Abnormalities in Sperm Using Deep Learning with SSD-MobileNet*
Advisor : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas , ST. MT. IPU.
2. Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.

Spermatozoid morphology analysis is a crucial component in male fertility evaluation, with the condition of the acrosome being a primary indicator. The acrosome, a cap-like structure on the sperm head, releases enzymes essential for fertilization; thus, its damage or absence causes infertility. However, manual evaluation is subjective and time-consuming. This research aims to design and evaluate an automated object detection system using a deep learning method to identify and classify abnormalities in spermatozoa from microscope imagery, with a focus on acrosome morphology. The system was implemented using a Convolutional Neural Network (CNN) architecture, specifically SSD-MobileNetV2 FPNLite, through a transfer learning approach.

The research methodology involved several testing scenarios to find the optimal model configuration. Tests were conducted by varying the number of training steps (5,000, 7,500, 10,000, and 20,000 steps) on the VISEM video dataset, as well as testing the impact of using a combined dataset (VISEM and MHSMA). Performance evaluation was conducted quantitatively using the mean Average Precision (mAP) metric and qualitatively through manual calculation of Precision, Recall, and F1-Score metrics.

The results revealed that data annotation consistency is more critical than quantity. On the single dataset, a clear overfitting phenomenon was identified, where the model trained for 5,000 steps exhibited the best practical performance with the highest F1-Score of 61.29%, despite its mAP being only 5.3%. Further training steps significantly degraded the model's generalization ability. A major discrepancy was also found between automated and manual evaluations, highlighting the importance of qualitative validation for complex object detection cases. It is concluded that the model at 5,000 steps is the most effective and balanced for the practical application of detecting sperm morphology abnormalities.

Keywords: Object Detection, Spermatozoid, Acrosome, Sperm Morphology, CNN, SSD-MobileNetV2, Transfer Learning.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Estimasi Abnormalitas Pada Spermatozoid Menggunakan Deep Learning Dengan SSD-MobileNet” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, arahan, dan doa dari banyak pihak. Maka dari itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU, selaku Dosen Pembimbing 1, yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, dan memberikan arahan serta saran dalam proses penelitian sejak awal hingga akhir. Penulis sangat berterima kasih atas kesediannya meluangkan waktu untuk terselesaikannya penelitian ini dengan baik.
5. Bapak Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing 2, yang dengan penuh kesabaran ditengah kesibukan beliau untuk memberikan bimbingan juga saran serta masukan-masukan yang sangat berguna dalam proses pengerjaan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Informatika yang sudah memberikan banyak ilmu dan ujian, baik yang menyenangkan maupun yang menguji kesabaran.
7. Keluarga dan saudara adalah sumber kekuatan terbesar dalam perjalanan hidup saya. Terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak ternilai harganya. Kepada orang tua yang selalu mendoakan dan membimbing dengan penuh cinta, serta saudara-saudara yang senantiasa memberikan semangat dan keceriaan di setiap langkah, saya sangat bersyukur memiliki

kalian dalam hidup saya. Tanpa kalian, proses ini tidak akan terasa sekuat dan bermakna ini.

8. Teman-teman Angkatan 2018, yang tak hanya menjadi rekan akademik, tetapi juga sumber tawa dan semangat. Terima kasih atas ide-ide kreatif mulai dari obrolan ringan hingga teori konspirasi penggugah semangat yang sering kali menjadi pelarian menyenangkan dari penatnya skripsi.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap dengan segala kekurangan dan keterbatasan yang penulis miliki laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 10 Juli 2025
Penulis,



Anindya Kusumaningrum Ambarwati Prasetyo
NPM. 18081010098

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Spermatozoid.....	8
2.2.1 Akrosom	9
2.3. Artificial Intelligence.....	10
2.4. Machine Learning	11
2.5. Deep Learning	13
2.6. Multilayer Perceptron (MLP)	17
2.6.1. Fungsi Aktivasi	18
2.6.2. Feedforward	19
2.6.3. Fungsi Error.....	21
2.6.4. Algoritma Optimasi.....	22
2.6.5. Backpropagation	22
2.7. Convolutional Neural Networks	24
2.7.1. Arsitektur CNN	31

2.8. Computer Vision	38
2.8.1. Citra	39
2.8.2. Computer Vision Pipeline.....	41
2.8.3. Object Detection	42
2.9. Evaluasi Matriks	42
2.10. Transfer Learning.....	44
2.7.1. Fine-Tuning	45
2.11. Open CV	46
2.12. TensorFlow	47
2.13. Jupyter Notebook.....	47
2.13.1. Google Colab.....	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	49
3.1. Metodologi Penelitian.....	49
3.2. Image Collecting.....	50
3.3. Pre-processing.....	52
3.3.1. Annotation Data.....	53
3.3.2. Generate TFRecord.....	53
3.3.3. Configure Pipeline Pre-Trained SSD MobileNet V2	55
3.4. Training Process.....	56
3.4.1. Transfer Learning.....	57
3.4.2. Training Data	57
3.4.3. Learned Model.....	58
3.5. Validation Process.....	58
3.6. Rancangan Eksperimen dan Protokol Evaluasi	58
3.6.1. Skenario Pelatihan Eksperimental	58
3.6.2. Metrik Evaluasi Kinerja.....	59
3.6.3. Prosedur Pengujian dan Validasi	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
4.1. Kebutuhan Perangkat.....	63
4.1.1. Hardware (Perangkat Keras).....	63
4.1.2. Software (Perangkat Lunak)	63
4.2. Implementasi.....	64

4.1.1. Setting Environment	65
4.3. Image Collecting	66
4.4. Annotation Data	67
4.5. Generate TF Record	69
4.6. Configure pipeline pre – Trained SSD MobileNet V2.....	70
4.7. Skenario Pelatihan.....	71
4.8. Analisis Hasil Training.....	72
4.8.1. Analisis Skenario 1: Training 5.000 Langkah (Dataset VISEM) .	72
4.8.2. Analisis Skenario 2: Training 7.500 Langkah (Dataset VISEM) .	73
4.8.3. Analisi Skenario 3: Training 10.000 Langkah (Dataset VISEM) .	75
4.8.4. Analisis Skenario 4: Training 20.000 Langkah (Dataset VISEM)	76
4.8.5. Analisis Skenario 5: Training 5.000 langkah denganDataset Gabungan (VISEM + MHSMA).....	77
4.8.6. Kesimpulan Hasil Pelatihan	78
4.9. Pengujian Kualitatif dan Diskusi Metrik Evaluasi	80
4.9.1. Metodologi Pengujian Kualitatif pada Video	80
4.9.2. Hasil Pengujian Kualitatif Komparatif.....	80
4.9.3. Implementasi Pengujian Deteksi Real-Time dan Analisis Kinerja	89
BAB V PENUTUP.....	95
5.1. Kesimpulan.....	95
5.1.1. Jawaban atas Rumusan Masalah	95
5.1.2. Implikasi Atas Penelitian	99
5.2 Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	103

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pengelompokan Morfologi Spermatozoa.....	9
Gambar 2.2. Ilustrasi Artificial Neural Networks.....	14
Gambar 2.3. Model Perceptron.....	15
Gambar 2.4. Visualisasi Satu Garis Linear.....	16
Gambar 2.5. Visualisasi Dua Garis Linear.....	17
Gambar 2.6. Arsitektur Model ANN.....	20
Gambar 2.7. Plot Fungsi Error.....	21
Gambar 2.8. Rantai Backpropagation.....	23
Gambar 2.9. Matriks Ukuran 28 x 28.....	24
Gambar 2.10. Setelah Proses Image Flattening.....	25
Gambar 2.11. Setelah Diubah Menjadi Vektor.....	25
Gambar 2.12. Keterhubungan Antar Layer.....	26
Gambar 2.13. Proses Feedforward.....	26
Gambar 2.14. Proses Feedforward Pada Locally Connected Layer.....	27
Gambar 2.15. Koneksi Antar Layer.....	27
Gambar 2.16. Ilustrasi Sparse Connectivity Tidak Terhubung.....	28
Gambar 2.17. Ilustrasi Sparse Connectivity Terkoneksi Secara Tidak Langsung	28
Gambar 2.18. Ilustrasi Klasifikasi Gambar Kucing.....	29
Gambar 2.19. Ilustrasi Tied Weight.....	30
Gambar 2.20. Ilustrasi Tensor Product.....	30
Gambar 2.21. Ilustrasi Gambar Input.....	31
Gambar 2.22. Arsitektur CNN.....	32
Gambar 2.23. Hierarki Fitur.....	32
Gambar 2.24. Tahapan CNN.....	33
Gambar 2.25. Ilustrasi Computer Vision.....	39
Gambar 2.26. Ilustrasi Citra.....	39
Gambar 2.27. Citra Ukuran 32 x 16.....	40
Gambar 2.28. Piksel Pada Citra.....	41
Gambar 2.29. Proses Akumulasi.....	41
Gambar 2.30. Ilustrasi Transfer Learning.....	44
Gambar 2.31. Hierarki Fitur CNN.....	45

Gambar 2.32. Implementasi Fine-Tuning.....	46
Gambar 3.1. Alur Penelitian	49
Gambar 3.2. Sampel Dataset	50
Gambar 3.3. Dua Ukuran Piksel.....	51
Gambar 3.4. Alur Interpolasi Array.....	51
Gambar 3.5. Transformasi Proses Interpolasi	52
Gambar 3.6. Anotasi Data	53
Gambar 3.7. Alur Generate TFRecord	54
Gambar 4.1. Isi Dataset MHSMA	66
Gambar 4.2. Isi Dataset VISEM.....	67
Gambar 4.3. Anotasi Data	68
Gambar 4.4. Rectangle Box.....	68
Gambar 4.5. File XML Hasil Anotasi	69
Gambar 4.6. Grafik total_loss pada Skenario 5.000 Langkah.....	72
Gambar 4.7. Grafik learning_rate pada Skenario 5.000 Langkah	73
Gambar 4.8. Grafik total_loss pada Skenario 7.500 Langkah.....	73
Gambar 4.9. Grafik learning_rate pada Skenario 7.500 Langkah	74
Gambar 4.10. Grafik total_loss pada Skenario 10.000 Langkah.....	75
Gambar 4.11. Grafik learning_rate pada Skenario 10.000 Langkah	75
Gambar 4.12. Grafik total_loss pada Skenario 20.000 Langkah.....	76
Gambar 4.13. Grafik learning_rate pada Skenario 20.000 Langkah	76
Gambar 4.14. Grafik total_loss pada Skenario Dataset Gabungan	77
Gambar 4.15. Grafik learning_rate pada Skenario Dataset Gabungan.....	77
Gambar 4.16. Tabel analisa peforma matriks skenario 5000	82
Gambar 4.17. Hasil Deteksi Spermatozoid Skenario 1	82
Gambar 4.18. Tabel analisa peforma matriks skenario 7500	83
Gambar 4.19. Hasil Deteksi Spermatozoid Skenario 2	84
Gambar 4.20. Tabel analisa peforma matriks skenario 10,000	85
Gambar 4.21. Hasil Deteksi Spermatozoid Skenario 3	86
Gambar 4.22. Tabel analisa peforma matriks skenario 20,000	87
Gambar 4.23. Hasil Deteksi Spermatozoid Skenario 4	87
Gambar 4.24. Tabel analisa peforma matriks skenario 5000 dengan dataset gabungan ...	88

Gambar 4.25. Hasil Deteksi Spermatozoid Skenario 5.....	89
Gambar 4.26. Kinerja Pemrosesan Video	94

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis Fungsi Aktivasi	18
Tabel 3.1. Jumlah Dataset	52
Tabel 3.2. Parameter Kunci.....	55
Tabel 3.3. Skenario Percobaan.....	58
Tabel 4.1. Spesifikasi Hardware	63
Tabel 4.2. Struktur Path	64
Tabel 4.3. Spesifikasi Environment	65
Tabel 4.4. Source Code Mengaktifkan Environment.....	66
Tabel 4.5. Parameter Data Latih	70
Tabel 4.6. Skenario Pengujian Model Deteksi Sperma.....	71
Tabel 4.7. Hasil Data Latih Seluruh Skenario Percobaan	78
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Kualitatif Komparatif pada Video	81
Tabel 4.9. Source Code Pengujian Real-Time	90
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Real-Time 5000 langkah	93

Halaman ini sengaja dikosongkan