



SKRIPSI

**KLASIFIKASI SUBTIPE ANEMIA
MENGUNAKAN METODE *EXTREMELY
RANDOMIZED TREES* DENGAN OPTIMALISASI
HYPERPARAMETER *ACCELERATED PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION (APSO)***

ADELIA YUANDHIKA
NPM 22083010066

DOSEN PEMBIMBING
Trimono, S.Si., M.Si
Dr. Ir. Mohammad Idhom, SP., S.Kom., MT

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN


**KLASIFIKASI SUBTIPE ANEMIA MENGGUNAKAN METODE
EXTREMELY RANDOMIZED TREES DENGAN OPTIMALISASI
HYPERPARAMETER ACCELERATED PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION (APSO)**

Oleh:
ADELIA YUANDHIKA
NPM. 22083010066


Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 15 Juni 2026:

Menyetujui,


Trimono, S.Si., M.Si.
NIP. 19950908 202203 1 003


..... (Pembimbing I)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, SP., S.Kom., MT.
NIP. 19830310 202121 1 006


..... (Pembimbing II)

Wahvu Syaifullah J. S, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19860825 202121 1 003


..... (Ketua Penguji)

Shindi Shella May Wara, M.Stat.
NIP. 19960518 202406 2 003


..... (Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer


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

LEMBAR PERSETUJUAN

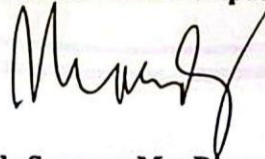
**KLASIFIKASI SUBTIPE ANEMIA MENGGUNAKAN METODE
EXTREMELY RANDOMIZED TREES DENGAN OPTIMALISASI
HYPERPARAMETER ACCELERATED PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION (APSO)**

Oleh:
ADELIA YUANDHIKA
NPM. 22083010066

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

**Plt. Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**



Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.
NIP. 19700619 2021211 009

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Adelia Yuandhika
NPM : 22083010066
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah 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 di kemudian 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, 15 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



ADELIA YUANDHIKA
NPM. 22083010066

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Adelia Yuandhika / 22083010066
Judul Skripsi : Klasifikasi Subtipe Anemia Menggunakan Metode *Extremely Randomized Trees* dengan Optimalisasi Hyperparameter *Accelerated Particle Swarm Optimization* (APSO)
Dosen Pembimbing : 1. Trimono, S.Si., M.Si
2. Dr. Ir. Mohammad Idhom, SP., S.Kom., MT

Anemia merupakan suatu masalah kesehatan yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kondisi fisik maupun dalam aspek sosial. Anemia merupakan masalah kesehatan yang sudah lama dialami oleh penduduk Indonesia serta memiliki tingkat prevalensi sedang hingga tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan metode identifikasi dini untuk membantu menurunkan kasus anemia. Penelitian ini menggunakan *machine learning* untuk mengidentifikasi dini subtipe anemia untuk mendukung penentuan tindakan intervensi serta pemeriksaan lanjutan yang efisien. Algoritma *Extremely Randomized Trees* menggunakan struktur hierarkis pohon keputusan yang disertai dengan pengacakan tinggi sehingga membuatnya tahan *overfitting* dan memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Permasalahan penelitian adalah bagaimana cara untuk meningkatkan performa model klasifikasi agar dapat menghasilkan prediksi dengan tepat dan akurat. Dengan demikian, *Accelerated Particle Swarm Optimization* digunakan sebagai metode optimasi hyperparameter. Hyperparameter yang dioptimasi terdiri dari *n_estimators*, *max_depth*, *min_samples_split*, *min_samples_leaf*, dan *max_features*. Data yang digunakan berasal dari RSUD Haji Provinsi Jawa Timur yang terbagi dalam tiga kelas, yaitu anemia defisiensi besi, anemia penyakit kronis, dan non anemia. Variabel penelitian meliputi data demografi, yaitu inisial pasien, jenis kelamin, dan usia, serta data hasil laboratorium hitung darah lengkap, yaitu Hb, HCT, RBC, MCV, MCH, MCHC, dan RDW – CV. Hasil penelitian menunjukkan performa model yang dioptimasi dapat mengklasifikasikan subtipe anemia dengan sangat baik, dengan akurasi 0,97, presisi 0,96, *recall* 0,97, dan *F1 score* 0,97 pada pembagian data *hold out* 90:10.

Kata Kunci: *Accelerated Particle Swarm Optimization* (APSO), *Extremely Randomized Trees*, *Klasifikasi*, *Subtipe Anemia*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Adelia Yuandhika / 22083010066

Undergraduate thesis title : *Classification of Anemia Subtypes Using the Extremely Randomized Trees Method with Hyperparameter Optimization through Accelerated Particle Swarm Optimization (APSO)*

Advisors : 1. Trimono, S.Si., M.Si
2. Dr. Ir. Mohammad Idhom, SP., S.Kom., MT

*Anemia is a health condition that negatively affects both physical well-being and social functioning. Given its moderate-to-high prevalence among the Indonesian population, effective early identification methods are essential to reduce its incidence. This study employs a machine learning approach to automatically classify anemia subtypes, thereby supporting targeted intervention decisions and follow-up examinations. The Extremely Randomized Trees algorithm was selected for its hierarchical decision tree structure combined with high randomization, which confers resistance to overfitting and strong generalization capability. To further enhance model performance, Accelerated Particle Swarm Optimization was applied as the hyperparameter optimization method, tuning five parameters, *n_estimators*, *max_depth*, *min_samples_split*, *min_samples_leaf*, and *max_features*. The dataset was obtained from Haji Provincial General Hospital in East Java and comprises three classes: iron-deficiency anemia, anemia of chronic disease, and non-anemia. Input variables included patient demographic data alongside complete blood count results, encompassing Hb, HCT, RBC, MCV, MCH, MCHC, and RDW-CV. Evaluation using a 90:10 holdout split demonstrated that the optimized model achieved strong classification performance, with an accuracy of 0.97, precision of 0.96, recall of 0.97, and an F1-score of 0.97.*

Keywords: *Accelerated Particle Swarm Optimization (APSO), Classification, Extremely Randomized Trees, Subtypes of Anemia*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Klasifikasi Subtipe Anemia Menggunakan Metode *Extremely Randomized Trees* dengan Optimalisasi Hyperparameter *Accelerated Particle Swarm Optimization* (APSO)” dapat terselesaikan dengan baik. Selama penyusunan skripsi, penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT. selaku Plt. Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Bapak Trimono, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Mohammad Idhom, SP., S.Kom., MT. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dengan sabar serta memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ayah yang senantiasa memberikan perhatian dan kasih sayang serta bekerja keras untuk dapat memberikan dukungan materiil kepada penulis.
6. Ibu yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, selalu mendoakan serta mendukung penulis dalam setiap langkah.
7. Adik yang memberikan dukungan moral melalui candaan dan keceriaan kepada penulis.
8. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis.
9. Teman-teman TK Melati Harapan, yaitu Manda, Nesa, Jasmine, dan Mela yang telah menemani, saling memberikan dukungan, serta membantu penulis selama masa perkuliahan ini. Semua kenangan dalam perjalanan selama perkuliahan ini merupakan hal yang sangat berharga bagi penulis.

10. Terima kasih yang sangat spesial saya ucapkan kepada diri sendiri, yang telah bertahan serta terus berusaha menyelesaikan perkuliahan di tengah kondisi perekonomian yang kekurangan serta berbagai kesulitan yang mewarnai perjalanan selama perkuliahan. Terima kasih sudah terus bertahan hingga saat ini meskipun terkadang diselingi dengan isak tangis di kamar kos.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Dasar Teori.....	13
2.2.1. Anemia	13
2.2.2. <i>Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE)</i>	15
2.2.3. Teknik Pembagian Data	16
2.2.4. <i>Extremely Randomized Trees</i>	17

2.2.5. <i>Accelerated Particle Swarm Optimization (APSO)</i>	20
2.2.6. <i>Decision Tree</i>	23
2.2.7. <i>Random Forest</i>	24
2.2.8. Evaluasi Model	24
2.2.9. Sreamlit Python	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data	27
3.2. Langkah Analisis	27
3.3. Desain Sistem	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Pengumpulan Data.....	39
4.2. <i>Preprocessing Data</i>	40
4.3. Optimasi Hyperparameter <i>Extremely Randomized Trees</i> dengan <i>Accelerated Particle Swarm Optimization (APSO)</i>	60
4.3.1 Penentuan Hyperparameter dan Rentang Pencarian.....	61
4.3.2. Pendefinisian Fungsi <i>Fitness</i>	62
4.3.3. Inisialisasi Populasi Partikel.....	63
4.3.4. Evaluasi Partikel	64
4.3.5. Pengecekan Kriteria Henti.....	65
4.3.6. Pembaruan Posisi Partikel	66
4.3.7. Hasil Optimasi Hyperparameter	69
4.4. Model <i>Extremely Randomized Trees</i> Teroptimasi APSO untuk Klasifikasi Subtipe Anemia	70
4.4.1. Pembentukan Pohon Keputusan	71
4.4.2. <i>Majority Voting</i>	73
4.4.3. Hasil Klasifikasi.....	74
4.5. Perbandingan Performa Model Sebelum dan Sesudah Optimasi APSO ...	81
4.6. Perbandingan Model <i>Decision Tree</i> , <i>Random Forest</i> , dan <i>Extremely Randomized Trees</i> yang Telah Dioptimasi.....	83
4.7. Perbandingan Performa Optimasi <i>PSO</i> , dan <i>Accelerated PSO</i> pada Model <i>Extremely Randomized Trees</i>	85
4.8. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	87

4.9. Desain Sistem Klasifikasi Subtipe Anemia Menggunakan <i>Streamlit</i>	88
BAB V PENUTUP	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran Pengembangan	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Mekanisme Kerja <i>Extremely Randomized Trees</i>	18
Gambar 3. 1. Alur Penelitian	28
Gambar 3. 2. Diagram Aktivitas Sistem Website Klasifikasi Subtipe Anemia ..	35
Gambar 3. 3. Halaman Input Data	36
Gambar 3. 4. Halaman Hasil Prediksi	36
Gambar 4. 1. Distribusi Subtipe Anemia.....	41
Gambar 4. 2. Distribusi Subtipe Anemia Setelah Direduksi	43
Gambar 4. 3. Distribusi Jenis Kelamin Berdasarkan Subtipe Anemia.....	46
Gambar 4. 4. Histogram Variabel Numerik	48
Gambar 4. 5. <i>Violin Plot</i> Variabel Hematologi	50
Gambar 4. 6. <i>Heatmap</i> Variabel Numerik.....	52
Gambar 4. 7. Hasil Pemeriksaan <i>Missing Value</i> Dataset	53
Gambar 4. 8. Hasil Pemeriksaan Duplikasi Data	54
Gambar 4. 9. Perbandingan Jumlah Kelas Sebelum dan Sesudah Penyeimbangan Data pada Skema <i>Hold Out</i> 80:20.....	60
Gambar 4. 10. Hasil Kombinasi <i>Alpha</i> dan <i>Beta</i>	67
Gambar 4. 11. Ilustrasi Proses Pencarian Hyperparameter Terbaik dengan APSO	70
Gambar 4. 12. Ilustrasi Cara Kerja Model.....	73
Gambar 4. 13. (a) <i>Confusion Matriks</i> Skema 90:10 <i>Unbalanced</i> ; (b) <i>Confusion Matrix</i> Skema 90:10 <i>Balanced</i>	77
Gambar 4. 14. Kurva ROC Klasifikasi Subtipe Anemia.....	80
Gambar 4. 15. Perbandingan Performa <i>Extremely Randomized Trees</i> Sebelum dan Sesudah Optimasi <i>Accelerated Particle Swarm Optimization</i>	82
Gambar 4. 16. Perbandingan Performa Beberapa Model Klasifikasi yang Dioptimasi dengan <i>Accelerated Particle Swarm Optimization</i>	84
Gambar 4. 17. Perbandingan Performa PSO dan <i>Accelerated PSO</i>	86
Gambar 4. 18. Perbandingan Waktu Pemrosesan PSO dan <i>Accelerated PSO</i>	87
Gambar 4. 19. <i>Home Page</i>	89

Gambar 4. 20. Menu <i>Import Data</i>	89
Gambar 4. 21. Halaman <i>Preprocessing Data</i>	90
Gambar 4. 22. Keterangan Distribusi Kelas Data	90
Gambar 4. 23. Menu Pemodelan.....	91
Gambar 4. 24. Halaman Hasil Evaluasi Model.....	91
Gambar 4. 25. Halaman Kurva ROC	92
Gambar 4. 26. Halaman Prediksi Subtipe Anemia	92
Gambar 4. 27. Tombol Mulai Prediksi	93
Gambar 4. 28. <i>Output</i> Hasil Prediksi Subtipe Anemia	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2. 2. <i>Confusion Matrix</i>	25
Tabel 3. 1. Variabel Penelitian	27
Tabel 3. 2. Hyperparameter <i>Extremely Randomized Trees</i>	32
Tabel 4. 1. Dataset Penelitian.....	39
Tabel 4. 2. <i>Classification Report</i> untuk 4 kategori	42
Tabel 4. 3. Statistik Deskriptif Variabel Numerik	43
Tabel 4. 4. Dataset Sebelum <i>Encoding</i>	55
Tabel 4. 5. Dataset Setelah <i>Encoding</i>	55
Tabel 4. 6. Pembagian Data <i>Hold Out</i>	56
Tabel 4. 7. Pembagian Data <i>Cross Validation</i>	58
Tabel 4. 8. Rentang Pencarian Hyperparameter dalam APSO.....	61
Tabel 4. 9. Partikel yang Terbentuk pada Proses Inisialisasi Partikel Secara Acak	64
Tabel 4. 10. Hasil Evaluasi Fungsi <i>Fitness</i>	65
Tabel 4. 11. Kombinasi Nilai Hyperparameter Optimal	69
Tabel 4. 12. Beberapa Hasil Klasifikasi Subtipe Anemia	74
Tabel 4. 13. Hasil Pengujian Model <i>Extremely Randomized Trees</i> + APSO.....	76
Tabel 4. 14. <i>Classification Report</i> Model Klasifikasi Subtipe Anemia	79
Tabel 4. 15. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pengantar Fakultas

Lampiran 2. Nota Dinas Penelitian RSUD Haji Provinsi Jawa Timur

Lampiran 3. Sertifikat Layak Etik Penelitian

Lampiran 4. LOA Jurnal

Lampiran 5. Kode Program

DAFTAR NOTASI

mcL	:	Microliter
$d(x, y)$:	Jarak euclidean
x_{syn}	:	Data sintetis
x_{knn}	:	Tetangga terdekat
δ	:	Bilangan acak antara 0 dan 1
I	:	Impurity
v	:	Kecepatan partikel
$v_j^{(i+1)}$:	Kecepatan baru partikel
$v_j^{(i)}$:	Kecepatan partikel j pada iterasi ke- i
x	:	Posisi partikel
$x_j^{(i+1)}$:	Posisi baru partikel
$x_j^{(i)}$:	Posisi partikel j pada iterasi ke- i
g^*	:	Posisi global terbaik (g_{best})
x^*	:	Posisi individu terbaik (p_{best})
p_i	:	Distribusi probabilitas kelas
\hat{y}	:	Prediksi
α	:	Koefisien percepatan stokastik
β	:	Koefisien percepatan deterministik