

PERBANDINGAN METODE *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* DAN *ARTIFICIAL BEE COLONY* PADA *SUPPORT VECTOR MACHINE*

RAFIKA AUFA HASIBUAN



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**





PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Perbandingan Metode *Particle Swarm Optimization* dan *Artificial Bee Colony* pada *Support Vector Machine*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2025

Rafika Aufa Hasibuan
G1501222040



RINGKASAN

RAFIKA AUFA HASIBUAN. Perbandingan Metode *Particle Swarm Optimization* dan *Artificial Bee Colony* pada *Support Vector Machine*. Dibimbing oleh FARIT MOCHAMAD AFENDI dan AJI HAMIM WIGENA.

Penelitian ini secara komprehensif mengkaji dan membandingkan performa klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) standar dengan dua metode optimasi metaheuristik, yaitu *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Artificial Bee Colony* (ABC), pada empat dataset medis yang memiliki karakteristik berbeda, yaitu *Breast Cancer*, *AIDS Disease*, *Darwin Disease*, dan *Parkinson Disease*. Penelitian ini mencakup proses seleksi peubah berbasis proporsi (30%, 50%, 70%, dan 100%) untuk mengurangi jumlah peubah pada dataset, diikuti dengan pelatihan dan evaluasi model yang dilakukan secara berulang sebanyak 100 kali guna memastikan kestabilan hasil. Evaluasi dilakukan berdasarkan rata-rata akurasi, simpangan baku, waktu komputasi, serta analisis terhadap kondisi *overlapping* antar kelas dan ketidakseimbangan kelas.

Hasil analisis menunjukkan bahwa PSO-SVM dan ABC-SVM memberikan peningkatan akurasi yang signifikan dibandingkan dengan SVM standar, terutama pada proporsi peubah 70% dan 100%. ABC-SVM menghasilkan performa klasifikasi tertinggi di sebagian besar skenario, namun dengan konsekuensi waktu eksekusi yang lebih lama, sedangkan PSO-SVM menunjukkan efisiensi yang lebih baik dalam hal waktu komputasi dengan akurasi yang tetap stabil. Dataset dengan tingkat *overlapping* dan ketidakseimbangan kelas sedang, seperti *AIDS Disease* dan *Parkinson Disease*, memperoleh peningkatan performa yang paling optimal setelah penerapan metode optimasi. Sementara itu, pada dataset dengan *overlapping* sangat tinggi seperti *Darwin Disease*, peningkatan akurasi tetap terjadi namun lebih terbatas. Meskipun demikian, metode optimasi terbukti adaptif dalam mengenali pola pada kelas minoritas dan mampu mengurangi bias klasifikasi.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode optimasi berbasis metaheuristik dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam meningkatkan performa klasifikasi, khususnya dalam konteks data medis yang kompleks. Selain itu, pertimbangan terhadap efisiensi waktu komputasi dan karakteristik data menjadi hal penting dalam pemilihan metode dan proporsi peubah. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis terhadap penerapan SVM teroptimasi dalam klasifikasi medis dan membuka peluang pengembangan lanjutan dengan mengintegrasikan pendekatan *hybrid* dan teknik validasi yang lebih luas pada studi selanjutnya.

Kata kunci: PSO-SVM, ABC-SVM, SVM, Klasifikasi, Optimasi, Seleksi Peubah

SUMMARY

RAFIKA AUFA HASIBUAN. Comparison of Particle Swarm Optimization Method and Artificial Bee Colony Methods in Support Vector Machine. Supervised by FARIT MOCHAMAD AFENDI dan AJI HAMIM WIGENA.

This study comprehensively examines and compares the classification performance of the standard Support Vector Machine (SVM) with two metaheuristic optimization methods, namely Particle Swarm Optimization (PSO) and Artificial Bee Colony (ABC), across four medical datasets with varying characteristics: Breast Cancer, AIDS Disease, Darwin Disease, and Parkinson Disease. The research involves feature selection based on proportion (30%, 50%, 70%, and 100%) to reduce the number of features, followed by training and evaluation of the models through 100 repeated iterations to ensure result stability. Evaluation metrics include average accuracy, standard deviation, computational time, as well as analyses of class overlap and class imbalance.

The results indicate that both PSO-SVM and ABC-SVM significantly improve classification accuracy compared to standard SVM, particularly at 70% and 100% feature proportions. ABC-SVM demonstrates the highest classification performance in most scenarios but incurs longer execution time. In contrast, PSO-SVM offers better computational efficiency while maintaining stable accuracy. Datasets with moderate class overlap and imbalance, such as AIDS Disease and Parkinson Disease, show the most optimal performance improvements after applying optimization methods. Meanwhile, for datasets with extremely high overlap, such as Darwin Disease, accuracy improvement is present but more limited. Nevertheless, the optimization methods are shown to be adaptive in recognizing minority class patterns and effective in reducing classification bias.

This research highlights that metaheuristic-based optimization methods can serve as effective approaches for enhancing classification performance, particularly in complex medical data contexts. Moreover, considerations of computational efficiency and data characteristics are essential when selecting the appropriate method and feature proportion. This study contributes practical insights into the implementation of optimized SVM models in medical classification and opens avenues for future development through hybrid approaches and broader validation techniques in subsequent studies.

Keywords: PSO-SVM, ABC-SVM, SVM, Classification, Optimization, Feature Selection



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERBANDINGAN METODE *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* DAN *ARTIFICIAL BEE COLONY* PADA *SUPPORT VECTOR* *MACHINE*

RAFIKA AUFA HASIBUAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing Pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Anik Djuraidah, M.S



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Perbandingan Metode *Particle Swarm Optimization* dan
Artificial Bee Colony pada *Support Vector Machine*
Nama : Rafika Aufa Hasibuan
NIM : G1501222040

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Farit Mochamad Afendi S.Si., M.Si



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Aji Hamim Wigena M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T
NIP. 19750315 199903 1 004



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika dan Informatika :
Prof. Dr. Ir. Agus Bueno, M.Si., M.Kom
NIP. 19660702 199302 1 001



Tanggal Ujian: 29 April 2025

Tanggal Pengesahan:



IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga proposal penelitian dengan judul “Perbandingan Metode *Particle Swarm Optimization* dan *Artificial Bee Colony* pada *Support Vector Machine*” berhasil diselesaikan. Proposal penelitian ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Magister Sains pada Program Studi Statistika dan Sains Data. Penulisan proposal ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak sehingga penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Farit Mochamad Afendi S.Si., M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Aji Hamim Wigena M.Sc selaku komisi pembimbing yang senantiasa bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan, dukungan, saran, dan arahan yang sangat berarti bagi penulis dalam penyusunan tesis;
2. Ibu Prof. Dr. Anik Djuraidah, M.S selaku dosen penguji luar komisi pembimbing, atas kritik dan saran yang membangun;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Sumertejaya, M.Si., selaku perwakilan dari prodi, atas arahan dan masukannya selama proses sidang;
4. Papa, Mama, Kakak Asya dan Dek Esya serta keluarga penulis yang senantiasa mendoakan, mendukung, dan memotivasi penulis;
5. Seluruh dosen pengajar Departemen Statistika atas ilmu yang telah diberikan;
6. Seluruh Staf Tata Usaha, Departemen Statistika IPB University yang membantu dalam segala proses administrasi;
7. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Program Studi Statistika dan Sains Data angkatan 2022 atas dukungan, semangat, dan kerjasama yang diberikan kepada penulis.

Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2025

Rafika Aufa Hasibuan



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi	5
2.2 Support Vector Machine (SVM)	5
2.3 <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO)	6
2.4 <i>Artificial Bee Colony</i> (ABC)	8
2.5 Ukuran Kebaikan Model	10
2.6 <i>Overlapping</i>	11
III METODE	13
3.1 Data	13
3.2 Prosedur Analisis	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Seleksi Peubah	18
4.2 Performa Evaluasi Model Klasifikasi	19
4.3 Analisis <i>Overlapping</i> antar Kelas dalam Klasifikasi	23
4.4 Ketidakseimbangan Data dan Pengaruhnya Terhadap Optimasi Model	27
4.5 Evaluasi Waktu Komputasi	29
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	47

DAFTAR TABEL

1	<i>Confusion Matrix</i>	10
2	Spesifikasi Gugus Data	13
3	Tuning <i>Hyperparameter</i>	15
4	Spesifikasi Pembagian Peubah Berdasarkan Proporsi	18
5	Nilai <i>Overlapping</i> pada Setiap Dataset	24
6	Distribusi Kelas Tidak Seimbang pada Masing-Masing Dataset	28
7	Ringkasan Rata-Rata Waktu Eksekusi (Jam)	29

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Hyperplane</i> dalam SVM (Hrshikesh Rajput (2024))	5
2	Ilustrasi Proses Partikel Mencari Posisi Terbaik	8
3	Ilustrasi <i>Overlapping</i> dalam Ruang Peubah	12
4	Diagram Alir Model Klasifikasi	17
5	Perbandingan Rata-Rata Akurasi dan Simpangan Baku pada data (a) <i>Breast Cancer</i> ; (b) <i>AIDS Disease</i> ; (c) <i>Darwin Disease</i> (d) <i>Parkinson Disease</i>	21
6	Visualisasi Distribusi Nilai <i>Overlapping</i> antar Pasangan Kelas (<i>OVPairs</i>) pada Setiap Dataset: (a) <i>Breast Cancer</i> ; (b) <i>AIDS Disease</i> ; (c) <i>Darwin Disease</i> ; dan (d) <i>Parkinson Disease</i> .	26

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Breast Cancer Proporsi 0,3	37
2.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Breast Cancer Proporsi 0,5	37
3.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Breast Cancer Proporsi 0,7	38
4.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Breast Cancer Proporsi 1	38
5.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Aids Disease Proporsi 0.3	39
6.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Aids Disease Proporsi 0.5	39
7.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Aids Disease Proporsi 0.7	40
8.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Aids Disease Proporsi 1	40
9.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Parkinson Disease Proporsi 0,3	41
10.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Parkinson Disease Proporsi 0,5	41
11.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Parkinson Disease Proporsi 0,7	42
12.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Parkinson Disease Proporsi	42
13.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Darwin Disease Proporsi 0,3	43
14.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Darwin Disease Proporsi 0,5	43
15.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Darwin Disease Proporsi 0,7	44
16.	Ringkasan 10 data teratas pada dataset Darwin Disease Proporsi 1	44
17.	Hasil Rata-Rata Akurasi dan Simpangan Baku Model Klasifikasi pada Berbagai Proporsi Seleksi Peubah	44
18.	Estimasi Waktu Komputasi pada Keempat Dataset	45