

**IMPLEMENTASI *EXTREME LEARNING MACHINE* DENGAN SELEKSI
FITUR *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* UNTUK KLASIFIKASI
SINDROM OVARIUM POLIKISTIK**

SKRIPSI



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
AUDYRA DEWI PUSPA MUKTI
09020221025

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2025

**IMPLEMENTASI *EXTREME LEARNING MACHINE* DENGAN SELEKSI
FITUR *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* UNTUK KLASIFIKASI
SINDROM OVARIUM POLIKISTIK**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun oleh
AUDYRA DEWI PUSPA MUKTI
09020221025

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Audyra Dewi Puspa Mukti

NIM : 09020221025

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "Implementasi *Extreme Learning Machine* dengan Seleksi Fitur *Particle Swarm Optimization* Untuk Klasifikasi Sindrom Ovarium Polikistik". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 26 Juni 2025

Yang menyatakan,



Audyra Dewi Puspa Mukti
NIM. 09020221025

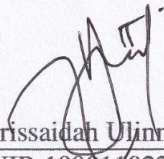
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

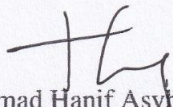
Nama : Audyra Dewi Puspa Mukti
NIM : 09020221025
Judul skripsi : Implementasi *Extreme Learning Machine* dengan Seleksi
Fitur *Particle Swarm Optimization* Untuk Klasifikasi
Sindrom Ovarium Polistik

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

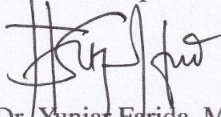
Pembimbing I


Nurissaidah Ulinuha, M.Kom.
NIP. 199041022014032004

Pembimbing II


Ahmad Hanif Asyhar, M.Si.
NIP. 198601232014031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya


Dr. Yuniar Farida, M.T.
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : Audyra Dewi Puspa Mukti
NIM : 09020221025
Judul Skripsi : Implementasi *Extreme Learning Machine* dengan Seleksi
Fitur *Particle Swarm Optimization* Untuk Klasifikasi
Sindrom Ovarium Polikistik

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 26 Juni 2025

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



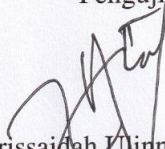
Aris Fanani, M.Kom.
NIP. 198701272014031002

Penguji II



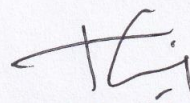
Wika Dianita Utami, M.Sc.
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Nurissaidah Ulinuha, M.Kom.
NIP. 199011022014032004

Penguji IV



Ahmad Hanif Asyhar, M.Si.
NIP. 198601232014031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : AUDYRA DEWI PUSPA MUKTI
NIM : 0902022 10 25
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : audyra.mukti@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

IMPLEMENTASI EXTREME LEARNING MACHINE DENGAN SELEKSI FITUR
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK KLASIFIKASI SINDROM OVARIUM
POLIKISTIK

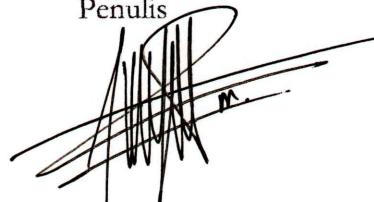
beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 30 JUN 2025

Penulis



(AUDYRA DEWI PUSPA MUKTI)
nama terang dan tanda tangan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	8
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Manfaat Penelitian	9
1.5. Batasan Masalah	10
1.6. Sistematika Penulisan	10
II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1. Sindrom Ovarium Polikistik (SOPK)	12
2.1.1. Definisi	12
2.1.2. Ciri-ciri dan Diagnosis Penderita SOPK	13
2.1.3. Perawatan SOPK	14
2.2. Deskripsi Data	15
2.3. Normalisasi Data	17
2.4. <i>K-fold Cross Validation</i>	18

2.5. <i>Hyperparameter Tuning</i>	19
2.5.1. <i>Random Search</i>	20
2.5.2. <i>Grid Search</i>	20
2.6. <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>	21
2.6.1. Menginisialisasi Nilai Awal	22
2.6.2. Melakukan <i>update</i> pada nilai partikel	22
2.7. Klasifikasi	24
2.8. Seleksi Fitur	25
2.9. Jaringan Saraf Tiruan	25
2.10. Fungsi Aktivasi	26
2.11. <i>Extream Learning Machine (ELM)</i>	26
2.11.1. <i>Invers Moore-Penrose</i>	29
2.11.2. Algoritma ELM	31
2.12. <i>Confusion Matrix</i>	35
2.13. Integrasi Keislaman	36
III METODE PENELITIAN	40
3.1. Jenis Penelitian	40
3.2. Jenis dan Sumber Data	40
3.3. Variabel Penelitian	40
3.3.1. Variabel Prediktor	41
3.3.2. Variabel Respon	42
3.4. Diagram Alir Penelitian	42
3.5. Tahapan Penelitian	43
3.6. <i>Hyperparameter Tuning</i>	45
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Deskripsi Data	47
4.1.1. Deskripsi Statistik Data Numerik SOPK	47
4.1.2. Deskripsi Statistik Data Kategorik SOPK	51
4.2. Normalisasi Data	54
4.3. Pembagian Data	55

4.4. Seleksi Fitur Menggunakan PSO	55
4.4.1. Contoh Perhitungan Manual PSO	56
4.4.2. Penerapan PSO dalam Program	61
4.5. Klasifikasi Menggunakan ELM	61
4.5.1. Proses <i>Training</i>	62
4.5.2. Proses <i>Testing</i>	64
4.6. Evaluasi Klasifikasi ELM tanpa Seleksi Fitur	66
4.7. Evaluasi Klasifikasi ELM-PSO dengan <i>Random Search</i>	68
4.8. Evaluasi Klasifikasi ELM-PSO dengan <i>Grid Search</i>	70
4.9. Perbandingan Evaluasi Klasifikasi	72
4.10. Integrasi Keislaman	77
V PENUTUP	81
5.1. Kesimpulan	81
5.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	83

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

2.1 Confusion Matrix	35
3.1 Data Variabel Prediktor	41
3.2 Hyperparameter tuning	46
4.1 Tabel Data Numerik	48
4.2 Hasil Normalisasi Data	55
4.3 Tabel Inisialisasi PSO	56
4.4 Tabel Akurasi <i>Fitness</i>	57
4.5 Tabel Partikel 1 PSO	58
4.6 Tabel Partikel 2 PSO	59
4.7 Tabel Akurasi <i>Fitness</i>	60
4.8 ELM tanpa seleksi fitur	67
4.9 Hasil Perbandingan <i>Random Search</i> tiap Iterasi	69
4.10 Hasil <i>Grid Search</i> terbaik	71
4.11 Perbandingan Grid Search, Random Search, dan ELM tanpa seleksi fitur	74
4.12 Perbandingan dengan metode lain	76

DAFTAR GAMBAR

1.1 Potongan sagital ultrasonografi menunjukan gambaran ovarium polikistik kiri	2
1.2 Potongan sagital uterus menunjukkan penebalan dinding uterus . . .	3
2.1 Skema K-fold Cross Validation	19
2.2 Mekanisme kerja Random Search	20
2.3 Mekanisme kerja Grid Search	21
2.4 Struktur Jaringan PSO	22
2.5 Struktur Jaringan JST	26
2.6 Struktur Jaringan ELM	28
3.1 Diagram Alir Penelitian	42
4.1 Presentase Data Kategorik	52
4.2 Confusion Matrix ELM	67
4.3 Random Search 100 iterasi	69
4.4 Grid Search Terbaik	71
4.5 Plot Perbandingan Evaluasi	74

ABSTRAK

Implementasi *Extreme Learning Machine* dengan Seleksi Fitur *Particle Swarm Optimization* Untuk Klasifikasi Sindrom Ovarium Polikistik

Sindrom Ovarium Polikistik (SOPK) adalah gangguan hormonal yang sering terjadi pada wanita usia reproduktif dan menjadi salah satu penyebab utama masalah kesuburan. Sekitar 3–15% wanita di seluruh dunia mengalami kondisi ini, yang juga dapat memicu berbagai masalah kesehatan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode diagnosis SOPK yang lebih efisien dan akurat dengan memanfaatkan algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) yang dikombinasikan dengan seleksi fitur menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Hasil seleksi fitur menghasilkan 18 fitur terpilih dari total 40 fitur. Pencarian parameter terbaik dilakukan dengan pendekatan *random search* dan *grid search*. Hasil menunjukkan bahwa *random search* memberikan performa terbaik, dengan akurasi 95.35%, sensitivitas 96.67%, dan spesifisitas 92.65%. Tanpa seleksi fitur, ELM hanya menghasilkan akurasi 84.20%, sensitivitas 90.10%, dan spesifisitas 70.62%. Temuan ini menunjukkan bahwa seleksi fitur menggunakan PSO mampu meningkatkan performa klasifikasi ELM secara signifikan.

Kata kunci: ELM, Klasifikasi, PSO, SOPK.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

Implementation of Extreme Learning Machine with Particle Swarm Optimization Feature Selection for Classification of Polycystic Ovary Syndrome

Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) is a hormonal disorder commonly found in women of reproductive age and is one of the leading causes of infertility. It affects approximately 3–15% of women worldwide and may also lead to various other health complications. This study aims to develop a more efficient and accurate diagnostic method for PCOS by utilizing the Extreme Learning Machine (ELM) algorithm combined with feature selection using Particle Swarm Optimization (PSO). The feature selection process resulted in 18 selected features out of a total of 40. Optimal parameter tuning was performed using both random search and grid search approaches. The results showed that random search achieved the best performance, with an accuracy of 95.35%, sensitivity of 96.67%, and specificity of 92.65%. In comparison, ELM without feature selection only reached an accuracy of 84.20%, sensitivity of 90.10%, and specificity of 70.62%. These findings indicate that applying PSO for feature selection significantly enhances the classification performance of ELM.

Keywords: Classification, ELM, PCOS, PSO.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadah, R. N. K., Rahayudi, B., & Sari, Y. A. (2021). Optimasi Extreme Learning Machine Dengan Particle Swarm Optimization Untuk Klasifikasi Penyakit Jantung Koroner. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(9), 3894–3900.

Aisah, S. N., Candra, D., Novitasari, R., & Farida, Y. (2023). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine (ELM) dan Kernel Extreme Learning Machine (KELM) Pada Klasifikasi Penyakit Cedera Panggul. *Journal Fourier*, 12(2), 69–78.

Alifah, U. N. (2023). Epidemiologi sindrom ovarium polikistik. <https://www.alomedika.com/penyakit/obstetrik-dan-ginekologi/sindrom-ovarium-polikistik/epidemiologi>. Diakses pada 10 Oktober 2024.

Ariyanti, A. P., Mazdadi, M. I., Farmadi, A., Muliadi, M., & Herteno, R. (2023). Application of Extreme Learning Machine Method With Particle Swarm Optimization to Classify of Heart Disease. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 17(3), 281.

Aziza, D. O. & Kurniati, K. I. (2019). Suplementasi Vitamin D pada Wanita dengan Polycystic Ovarian Syndrome (PCOS). *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 8(2), 169–177.

Dewi, N. L. P. R. (2020). Pendekatan Terapi Polycystic Ovary Syndrome (PCOS). *Cermin Dunia Kedokteran*, 47(11), 703.

- Elviethasari, Julia, B. S. B. & Sulistiawati (2020). Knowledge of General Practitioners about Polycystic Ovarian Syndrome at the Primary Health Care in Surabaya, Indonesia. *Journal Of The Indonesian Medical Association*, 70(8), 144–150.
- Jain, M., Saihpal, V., Singh, N., & Singh, S. B. (2022). An Overview of Variants and Advancements of PSO Algorithm. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(17), 1–21.
- Jantan, H., Fatihah, U., Bahrin, M., & Shaufee, L. H. (2024). Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) Prediction System Using PSO-SVM. *Journal of Computing Research and Innovation*, 9(1), 2024.
- Jupriyadi (2018). Implementasi Seleksi Fitur Menggunakan Algoritma FVBRM Untuk Klasifikasi Serangan Pada Intrusion Detection System (Ids). *Seminar Nasional Teknologi Informasi (SEMNASTEK)*, 17, 1–6.
- Karmila, M. & Nirmala, I. (2023). Prediksi Jumlah Produksi Kebutuhan Air Pada Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa Pontianak Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (Elm). *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 11(1), 137.
- Maulitanti, S. D., Marlina, U., Rezkitha, Y. A. A., & Masitha, D. (2023). Pengaruh Penerapan Diet Rendah Glikemik Pada Perubahan Manifestasi Klinis Dan Penanda Inflamasi Wanita Dengan Polycystic Ovary Syndrome (PCOS). *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(05), 489–504.
- Nandipati, S. C. R., Chew, X., & Wah, K. K. (2020). Polycystic Ovarian Syndrome (PCOS) Classification and Feature Selection by Machine Learning Techniques. *Applied Mathematics and Computational Intelligence*, 9(M1), 65–74.

- Noviani, E. (2023). Menentukan Invers Moore-Penrose Dengan Metode Dekomposisi. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 12(6), 9–18.
- Novianti, F. & Ulinuha, N. (2024). Data Rekam Medis Pcos Menggunakan Svm Feature Selection Using Genetic Algorithm In Pcos Medical Record Data Classification Using Svm. 9(1), 9–19.
- Novitasari, D. C. R., Fatmawati, Hendradi, R., Farida, Y., Putra, R. E., Nariswari, R., Saputra, R. A., & Setyowati, R. D. N. (2023). An Effective Hybrid Convolutional-Modified Extreme Learning Machine in Early Stage Diabetic Retinopathy. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 16(2), 401–413.
- Nugraha, W. & Sasongko, A. (2022). Hyperparameter Tuning pada Algoritma Klasifikasi dengan Grid Search Hyperparameter Tuning on Classification Algorithm with Grid Search. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, 11(2), 391–401.
- Nurdiansyah, V. V., Cholissodin, I., & Adikara, P. P. (2020). Klasifikasi Penyakit Tuberkulosis (TB) menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(5), 1387–1393.
- Nursyahfitri, R., Maharadja, A. N., Farissa, R. A., & Umaidah, Y. (2021). Klasifikasi Penentuan Jenis Obat Menggunakan Algoritma Decision Tree. *Jurnal Informatika Polinema*, 7(3), 53–60.
- Pitaloka, N. T. & Kusnawi, K. (2023). Pcos Disease Classification Using Feature

- Selection Rfecv and Eda With Knn Algorithm Method. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 4(4), 693–701.
- Putra, I. (2023). Pcos dan fertilitas terhadap gaya hidup sehat. <https://lms.kemkes.go.id/courses/e8dc1c43-172e-471d-8fd9-74e399555263>. Diakses pada: 27 September 2024.
- Rahayu, W. I., Prianto, C., & Novia, E. A. (2021). Perbandingan Algoritma K-Means dan Naive Bayes untuk Memprediksi Prioritas Pembayaran Tagihan Rumah Sakit Berdasarkan Tingkat Kepentingan pada PT. Pertamina (Persero). *Jurnal Teknik Informatika*, 13(2), 1–8.
- Ramdani, M. H., Pasek, G., Wijaya, S., & Dwiyanaputra, R. (2022). Optimalisasi Pengenalan Wajah Berbasis Linear Discriminant Analysis dan K-Nearest Neighbor Menggunakan Particle Swarm Optimization (Optimization Of Face Recognition Based On Linear Discriminant Analysis and K-Nearest Neighbor Using Particle Swarm Optimiz. 4(1), 40–51.
- Rath, S. K., Sahu, M., Das, S. P., Bisoy, S. K., & Sain, M. (2022). A Comparative Analysis of SVM and ELM Classification on Software Reliability Prediction Model. *Electronics (Switzerland)*, 11(17).
- Saad, M. I. S. (2023). Perbandingan Algoritma Extreme Learning Machine dan Multilayer Perceptron Dalam Prediksi Mahasiswa Drop Out. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(3), 369–376.
- Saputra, A. N. D. (2019). Polycystic ovary syndrome (pcos) pada remaja. <https://sardjito.co.id/2019/09/30/>

[polycystic-ovary-syndrome-pcos-pada-remaja/](#).

Diakses

pada: 26 September 2024.

Shalehah, Mazdadi, M. I., Farmadi, A., Kartini, D., & Muliadi (2023). Implementation of Particle Swarm Optimization Feature Selection on Naïve Bayes for Thoracic Surgery Classification. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 5(3), 150–158.

Sukma, T. D., Cholissodin, I., & Santoso, E. (2021). Penerapan Metode Extreme Learning Machine (ELM) dengan Optimasi Particle Swarm Optimization (PSO) untuk Memprediksi Harga Cabai Keriting di Kota Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(9), 3941–3949.

Sunarya, U. & Haryanti, T. (2022). Perbandingan Kinerja Algoritma Optimasi pada Metode Random Forest untuk Deteksi Kegagalan Jantung. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 18(4), 241–247.

Supriyanti, W., Kusrini, & Amborowati, A. (2016). Perbandingan Kinerja Algoritma C4.5 Dan Naive Bayes untuk Ketepatan Pemilihan Konsentrasi Mahasiswa. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa*, 1(3), 61–67.

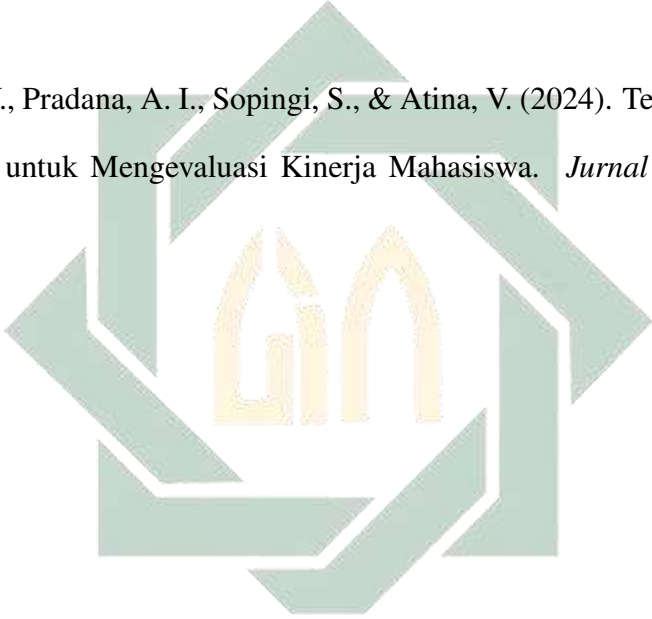
Vedpathak, S. & Thakre, V. (2020). Pcos dataset. <https://www.kaggle.com/datasets/shreyasvedpathak/pcos-dataset>. Dataset tentang sindrom ovarium polikistik.

Wahyuni, E. S. (2016). Penerapan Metode Seleksi Fitur Untuk Meningkatkan Hasil Diagnosis Kanker Payudara. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 7(1), 283.

Wang, J., Lu, S., Wang, S. H., & Zhang, Y. D. (2022). A review on extreme learning machine. *Multimedia Tools and Applications*, 81(29), 41611–41660.

WHO (2023). Polycystic ovary syndrome. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/polycystic-ovary-syndrome?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwmt24BhDPArisAJFYKk2cG7JcM9uXwFvDRipP4jGcdelkehjZpUVLSXh059wCB.

Wijiyanto, W., Pradana, A. I., Sopingi, S., & Atina, V. (2024). Teknik K-Fold Cross Validation untuk Mengevaluasi Kinerja Mahasiswa. *Jurnal Algoritma*, 21(1), 239–248.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A