



# Optimasi Klasifikasi Risiko Ibu Hamil Menggunakan Support Vector Machine (SVM) Berbasis Particle Swarm Optimization (PSO)

Prilian Ayu Minarni<sup>1\*</sup>, Fely Dany Prasetya<sup>2</sup>, Sonianto<sup>3</sup>  
prilianayuminarni@umpri.ac.id<sup>1</sup>, felydanyprasetya@umpri.ac.id<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Pringsewu Lampung, Indonesia  
<sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Pringsewu Lampung, Indonesia  
<sup>3</sup>Universitas Muhammadiyah Pringsewu Lampung, Indonesia  
\*Korespondensi: [✉prilianayuminarni@umpri.ac.id](mailto:prilianayuminarni@umpri.ac.id)

## Abstrak

*Accurate pregnancy risk classification is crucial for early identification of complications, which can significantly reduce maternal and infant mortality. Current models, however, struggle to distinguish between high and very high-risk categories. This study aims to enhance the accuracy of pregnancy risk classification by optimizing Support Vector Machine (SVM) using Particle Swarm Optimization (PSO). The study uses the "Maternal Health Risk Data" dataset from Kaggle, containing various maternal health indicators. Two models are analyzed: a standard SVM and an SVM optimized with PSO. The optimization process fine-tunes the SVM's hyperparameters. Performance evaluation is based on accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The optimized SVM outperforms the standard model in all evaluated metrics. The accuracy increased from 77.72% with the standard SVM to 89.92% with PSO optimization. Precision improved from 79.37% to 89.49%, and recall increased from 78.81% to 89.55%. The F1-score for the optimized model reached 89.52%, showing a balanced improvement in precision and recall. The results demonstrate that combining PSO with SVM significantly improves classification accuracy, especially in distinguishing high-risk pregnancies. This approach provides better predictive performance, enhancing clinical decision-making. The optimized model offers a valuable tool for maternal health risk assessment, potentially leading to better outcomes for both mothers and infants.*

## Status Artikel:

Diterima: 12-10-2025

Direvisi: 14-11-2025

Diterima: 24-11-2025

## Kata Kunci:

Early detection.

Particle Swarm Optimization (PSO);

Pregnancy risk classification;

Support Vector Machine (SVM);



© 2025 Prilisan Ayu Minarni, Fely Dany Prasetya, Sonianto

This work is licensed under a

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Kehamilan adalah periode yang rentan terhadap berbagai komplikasi, seperti preeklampsia, diabetes gestasional, dan hipertensi, yang turut meningkatkan angka kesakitan serta kematian pada ibu dan bayi (Purnama et al., 2024). Karena itu, deteksi dini terhadap risiko kehamilan menjadi krusial agar tenaga kesehatan dapat memberikan intervensi secara

cepat dan tepat. Namun, pada layanan kesehatan primer, identifikasi risiko masih kerap mengandalkan penilaian manual yang cenderung subjektif dan berpotensi menimbulkan kesalahan (Syaputra et al., n.d.). Seiring perkembangan pembelajaran mesin, kini dimungkinkan untuk membangun sistem klasifikasi risiko kehamilan berbasis data klinis, sehingga proses penilaian dapat berlangsung lebih objektif, konsisten, dan terstandar (Sihombing & Yuliati, 2021)

Berbagai penelitian di Indonesia telah memanfaatkan algoritma klasifikasi seperti K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree, Random Forest, Naive Bayes, dan XGBoost untuk memprediksi tingkat risiko kesehatan ibu hamil, dengan menunjukkan bahwa model tersebut berpotensi sebagai alat bantu deteksi dini di fasilitas Kesehatan (Sihombing & Yuliati, 2021). Pemanfaatan algoritma klasifikasi Support Vector Machine (SVM) juga telah dilakukan dengan akurasi data yang didapatkan 71% (Khatib Sulaiman et al., 2023). Meskipun demikian, beberapa penelitian melaporkan bahwa kinerja model masih terbatas, misalnya akurasi sekitar 76–81% dan kesulitan dalam membedakan kelas risiko tinggi dan sangat tinggi, terutama pada data yang tidak seimbang (Rahagiyanto et al., 2025). Penelitian dengan data yang sama yang

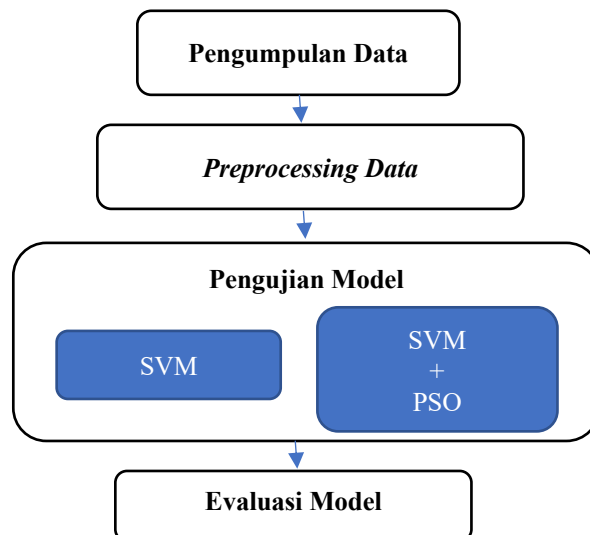
SVM dikenal memiliki kemampuan generalisasi yang baik pada masalah klasifikasi biner maupun multikelas, termasuk pada domain kesehatan seperti klasifikasi kesehatan janin dan status gizi ibu hamil (Sharenada Norisdita Wahyudi, 2025). SVM sering memberikan hasil yang akurat, terutama ketika data memiliki perbedaan yang jelas antara kategori. Algoritma ini bekerja baik dengan data yang memiliki banyak fitur, menggunakan memori secara efisien dengan hanya memanfaatkan Sebagian kecil data pelatihan (Obie & M. Abu Jihad Plaza R., 2024). Namun, kinerja SVM sangat dipengaruhi oleh pemilihan parameter seperti  $C$  dan parameter kernel, sehingga tanpa proses optimasi yang tepat, akurasi dan kemampuan model diskriminatif dapat berada di bawah potensi optimalnya (Sharenada Norisdita Wahyudi, 2025).

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan algoritma optimasi populasi yang terinspirasi dari perilaku sosial kawanan burung dan banyak digunakan untuk mencari solusi global pada ruang parameter yang kompleks (Alsaykhan & Maashi, 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi PSO dengan SVM mampu meningkatkan akurasi dan stabilitas model pada tugas diagnosis medis, misalnya untuk mendeteksi penyakit jantung, penyakit ginjal kronis, leukemia, dan klasifikasi gangguan neurodegeneratif (Zhang et al., 2025)

Meskipun kombinasi SVM dan PSO telah banyak diterapkan pada berbagai kasus diagnosis penyakit, penerapannya secara spesifik pada klasifikasi risiko kehamilan masih sangat terbatas, padahal konteks ini memiliki urgensi tinggi terutama di negara berkembang dengan angka kematian ibu yang masih tinggi (Purnama et al., 2024). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan mengoptimasi model klasifikasi risiko kehamilan menggunakan SVM berbasis PSO guna meningkatkan akurasi dan akurasi prediksi, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan klinis dalam upaya deteksi dini dan pencegahan komplikasi kehamilan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang bersifat lebih terstruktur dan sistematis, serta mengandalkan data, angka, atau variabel yang dapat diukur. Tujuan penerapan metode kuantitatif dalam penelitian ini adalah untuk mengembangkan model yang terorganisir dengan baik, bersifat matematis, dan teoritis, yang relevan dengan permasalahan yang ingin diteliti menyeluruh mengenai efektivitas PSO dalam meningkatkan performa SVM untuk klasifikasi risiko ibu hamil berbasis data publik tersebut (Fitra et al., 2023). Tahapan Penelitian dapat diteunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

## 1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan dataset publik yang tersedia di Kaggle. Dataset ini berjudul "Maternal Health Risk Data" <https://www.kaggle.com/datasets/csafrit2/maternal-health-risk-data> data telah dikumpulkan dari berbagai rumah sakit, klinik komunitas, dan pusat layanan kesehatan ibu melalui sistem pemantauan risiko berbasis IoT memiliki 1014 data. Data tersebut meliputi Age (Usia): Usia wanita pada saat hamil, diukur dalam tahun, SystolicBP (Tekanan Darah Sistolik): Nilai atas dari tekanan darah dalam mmHg, yang merupakan indikator penting selama kehamilan, DiastolicBP (Tekanan Darah Diastolik): Nilai bawah dari tekanan darah dalam mmHg, yang juga merupakan pengukuran penting selama kehamilan, BS (Glukosa Darah): Tingkat glukosa darah yang diukur dalam konsentrasi molar, mmol/L, HeartRate (Denyut Jantung): Denyut jantung saat istirahat, diukur dalam detak per menit, Risk Level (Tingkat Risiko): Tingkat intensitas risiko yang diprediksi selama kehamilan berdasarkan atribut-atribut sebelumnya dengan nilai *low risk*, *mid risk*, dan *high risk*.

## 2. Preprocessing Data

Preprocessing data merupakan langkah yang sangat penting dalam pengolahan data dalam suatu penelitian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membersihkan, mengolah, dan mempersiapkan data agar siap untuk diproses lebih lanjut. Dengan melakukan preprocessing, data mentah akan diubah menjadi data yang lebih terstruktur dan lebih mudah untuk diolah, sehingga mempermudah dan meningkatkan efektivitas proses pada tahap berikutnya (Khatib Sulaiman et al., 2023). Sejumlah studi menegaskan bahwa standar preprocessing yang baik akan berdampak langsung pada keberhasilan proses knowledge discovery dan kualitas hasil analisis, karena data yang tidak siap atau penuh ketidakaturan dapat menurunkan kinerja model dan mempersulit penarikan kesimpulan yang valid (Maharana et al., 2022).

Beberapa langkah preprocessing data dilakukan untuk mempersiapkan dataset. Pertama, data dibaca dari file CSV, selanjutnya pada atribut Risk Level (Tingkat Risiko) pada nilai *low risk* (resiko rendah), *mid risk* (resiko sedang), dan *high risk* (resiko tinggi) dikonversikan menjadi angka yaitu 0 (untuk resiko rendah), 1 (untuk resiko sedang), dan 2 (untuk resiko tinggi). Pada SVM, klasifikasi dilakukan dengan memetakan data ke ruang berdimensi lebih tinggi menggunakan kernel. Proses klasifikasi ini bergantung pada perbandingan jarak antara

titik data dan hyperplane, yang hanya dapat dilakukan apabila label data disajikan dalam bentuk numerik (RapidMiner Studio, 2024). Selanjutnya dilakukan Preprocessing menggunakan *tools* RapidMiner dengan menerapkan operator Numerical to Polynominal untuk merubah type data pada data label yaitu Risk Level (Tingkat Resiko) agar dapat diproses.

### 3. Pengujian Model

Pengujian awal menggunakan algoritman SVM. SVM adalah salah satu algoritma prediksi yang digunakan untuk mengklasifikasikan data. Dalam penerapannya, SVM seringkali memerlukan pencarian jarak antara data dalam sebuah dataset. Namun, pada kenyataannya, banyak dataset yang tidak dapat dipisahkan secara linear. Situasi ini dikenal sebagai dataset non-linear, di mana data antara kelas-kelas tidak dapat dipisahkan oleh suatu bidang linear. Untuk mengatasi masalah ini, konsep Feature Space digunakan. Feature Space adalah metode yang mengubah ruang input (dot product) menjadi ruang dimensi yang lebih tinggi, yang memungkinkan pemisahan data secara linear. Dalam konsep ini, dot product antara data diubah menjadi fungsi kernel  $K(x_i, x_j)$ . Fungsi kernel tersebut dapat berupa fungsi radial (RBF), polinomial, atau linear (dot). Berikut adalah formulasi matematika untuk ketiga jenis kernel tersebut (Purwaningsih & Nurelasari, 2024) :

$$\text{Kernel } K(x,y), i = 1,2, \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Dot (Linear)} = K(x,y) = xTy+c \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Polynomial} = K(x,y) = (axTy+c)d \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Radial (RBF)} = K(x,y) = \exp(-g\|x -y\|^2) \dots \dots \dots (4)$$

Optimasi parameter pada model klasifikasi dilakukan dengan menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk mencari parameter terbaik pada metode Support Vector Machine (SVM). Setelah memperoleh parameter optimal, model SVM digunakan untuk proses klasifikasi. Kinerja model dievaluasi menggunakan confusion matrix dengan menghitung metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score (Kistiya Ningrum & Purwadi, n.d.).

### 4. Evaluasi Model

Evaluasi dilakukan untuk menarik kesimpulan tentang sejauh mana kombinasi metode Particle Swarm Optimization (PSO) dan Support Vector Machine (SVM), yang dipadukan dengan seleksi fitur, dapat meningkatkan performa klasifikasi. Dengan mengukur kinerja model yang dihasilkan setelah dilakukan optimasi parameter melalui PSO dan pemilihan fitur yang relevan, evaluasi ini bertujuan untuk menentukan apakah metode ini mampu memberikan hasil yang lebih akurat dan efisien dibandingkan dengan model klasifikasi yang tidak menggunakan PSO atau seleksi fitur. Berdasarkan studi pendekatan PSO+SVM untuk penentuan parameter dan seleksi fitur secara simultan, menunjukkan bahwa kombinasi PSO–SVM dengan seleksi fitur mampu meningkatkan akurasi klasifikasi dibanding grid search dan pendekatan lain (Lin et al., 2008) Berbagai metrik performa, seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score, digunakan dalam proses evaluasi untuk menilai kualitas klasifikasi yang dilakukan oleh model PSO-SVM yang telah teroptimasi. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas dan keunggulan metode kombinasi tersebut dalam meningkatkan kualitas prediksi dan performa sistem klasifikasi secara keseluruhan.

## RESULTS AND DISCUSSION

Pada penelitian ini, dilakukan optimasi klasifikasi risiko ibu hamil dengan menggunakan dua model, yaitu SVM dan SVM yang dioptimasi menggunakan PSO. Data yang digunakan mencakup berbagai variabel kesehatan ibu hamil yang mempengaruhi risiko kesehatan mereka selama masa kehamilan.

### 1. Penerapan SVM

Model SVM yang digunakan dalam penelitian ini mengklasifikasikan risiko ibu hamil ke dalam tiga kategori: risiko rendah (low risk), risiko sedang (mid risk), dan risiko tinggi (high risk). Data pelatihan dan pengujian dibagi dengan proporsi 80:20 dan menggunakan kernel *Radial Basis Function* (RBF) dan menghasilkan akurasi 77,72%

Tabel. 1. Hasil Penerapan SVM

	true 0	true 1	true 2	class precision
pred. 0	46	3	2	<b>90.20%</b>
pred. 1	4	56	10	<b>80.00%</b>
pred. 2	4	22	55	<b>67.90%</b>
class recall	<b>85.19%</b>	<b>69.14%</b>	<b>82.09%</b>	

Pada tabel hasil penerapan SVM, kelas dengan presisi tertinggi adalah kelas risiko rendah (90,20%), diikuti oleh kelas risiko sedang (80,00%) dan kelas risiko tinggi (67,90%). Meskipun akurasi SVM mencapai 77,72%, presisi dan recall yang dihasilkan menunjukkan adanya potensi peningkatan, terutama dalam mendeteksi kelas risiko tinggi, yang memiliki presisi rendah.

### 2. Penerapan SVM Berbasis PSO

Untuk meningkatkan kinerja SVM, penelitian ini mengintegrasikan optimasi menggunakan PSO. PSO digunakan untuk mengoptimalkan parameter kernel SVM, seperti parameter regulasi dan kernel yang mempengaruhi kemampuan pemisahan antar kelas. Penerapan SVM berbasis PSO dalam klasifikasi risiko ibu hamil dengan penggunaan split data training dan testing 80:20 dan kernel rbf menghasilkan tingkat akurasi paling tinggi yaitu 89,92%.

Tabel. 2. Hasil Penerapan SVM berbasis PSO

	true 2	true 0	true 1	class precision
pred. 2	206	4	11	<b>93.21%</b>
pred. 0	3	293	32	<b>89.33%</b>
pred. 1	9	28	226	<b>85.93%</b>
class recall	<b>94.50%</b>	<b>90.15%</b>	<b>84.01%</b>	

Dengan optimasi PSO, kelas risiko tinggi mendapatkan presisi tertinggi (93,21%), diikuti oleh kelas risiko rendah (89,33%) dan kelas risiko sedang (85,93%). Akurasi yang meningkat menjadi 89,92% menunjukkan bahwa PSO berhasil meningkatkan efektivitas SVM dalam mengklasifikasikan risiko dengan lebih tepat.

### 3. Evaluasi Model

Model Support Vector Machine (SVM) digunakan untuk mengklasifikasikan data. Evaluasi model dilakukan dengan dua penerapan yaitu SVM dan SVM berbasis PSO. Perbandingan antara SVM biasa dan SVM berbasis PSO menunjukkan hasil yang signifikan dalam hal performa model.

Tabel. 3. Perbandingan Kinerja Model

Model	Teknik PSO	Akurasi (%)	Presisi (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
SVM	Tanpa PSO	77,72	79,37	78,81	79,09
SVM	Berbasis PSO	89,92	89,49	89,55	89,52

Akurasi merupakan metrik utama yang digunakan untuk mengukur performa model dalam melakukan klasifikasi. Berdasarkan hasil pengujian, model SVM dasar menghasilkan akurasi sebesar 77,72%. Namun, setelah dilakukan optimasi dengan PSO, akurasi meningkat menjadi 89,29%. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma PSO berhasil memperbaiki parameter-parameter kernel SVM, sehingga model lebih efektif dalam melakukan klasifikasi.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa optimasi dengan PSO secara signifikan meningkatkan performa SVM dalam klasifikasi risiko ibu hamil. PSO, yang merupakan algoritma optimasi berbasis swarm intelligence, dapat mencari solusi optimal untuk parameter-parameter SVM seperti parameter kernel dan parameter regulasi, yang mempengaruhi kemampuan model dalam melakukan klasifikasi.

Peningkatan akurasi dan presisi pada model SVM berbasis PSO dapat dijelaskan dengan peningkatan kemampuan model dalam menemukan pola yang lebih tepat pada data. PSO mengoptimalkan parameter kernel untuk mencapai pemisahan yang lebih baik antara kelas-kelas dalam data, sehingga meminimalkan kesalahan dalam klasifikasi.

Peningkatan recall menunjukkan bahwa model SVM berbasis PSO lebih efektif dalam mendeteksi kasus-kasus dengan risiko tinggi yang sebelumnya mungkin terabaikan. Dalam konteks klasifikasi risiko ibu hamil, hal ini sangat penting karena model harus dapat mendeteksi dengan tepat kasus-kasus ibu hamil yang membutuhkan perhatian medis khusus.

F1-score yang lebih tinggi pada model SVM berbasis PSO menunjukkan bahwa optimasi PSO berhasil menghasilkan model yang lebih seimbang antara presisi dan recall. Hal ini penting dalam konteks klasifikasi medis, di mana keduanya, presisi dan recall, harus diperhatikan untuk mengurangi kesalahan prediksi yang dapat berakibat fatal.

PSO berhasil memperbaiki parameter SVM tanpa memerlukan pemilihan parameter secara manual yang rumit. Dengan PSO, proses optimasi lebih efisien dan menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan SVM dasar. Hal ini menjadikan PSO sebagai pilihan yang tepat dalam meningkatkan kinerja model klasifikasi berbasis SVM, terutama dalam konteks data medis yang kompleks.

## SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam mengklasifikasikan risiko kehamilan dengan mengoptimalkan model Support Vector Machine (SVM) menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). Berdasarkan hasil uji coba, penerapan SVM tanpa optimasi PSO menghasilkan akurasi sebesar 77,72%, sementara setelah dioptimasi dengan PSO, akurasi meningkat signifikan menjadi 89,92%. Peningkatan ini juga terlihat pada metrik lainnya, seperti presisi dan recall, yang masing-masing mencapai 89,49% dan 89,55%. Hal ini menunjukkan bahwa PSO berhasil mengoptimalkan parameter kernel pada SVM, yang memperbaiki kemampuan model dalam membedakan berbagai tingkat risiko kehamilan, terutama dalam mendeteksi kasus dengan risiko tinggi.

Dengan penerapan PSO, penelitian ini berhasil menciptakan keseimbangan yang lebih baik antara presisi dan recall, dengan F1-score yang mencapai 89,52%. Peningkatan ini sangat krusial dalam klasifikasi medis, di mana keduanya harus diperhatikan untuk meminimalkan kesalahan prediksi yang bisa berakibat fatal. Oleh karena itu, kombinasi antara SVM dan PSO terbukti efektif untuk mengklasifikasikan risiko kehamilan dengan lebih akurat dan efisien,

serta mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih tepat dalam deteksi dini dan pencegahan komplikasi kehamilan. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya optimasi algoritma untuk meningkatkan performa model klasifikasi, khususnya dalam konteks kesehatan ibu hamil, yang dapat membantu mengurangi angka kematian ibu dan bayi.

## REFERENSI

- Alsaykhan, L. K., & Maashi, M. S. (2024). A hybrid detection model for acute lymphocytic leukemia using support vector machine and particle swarm optimization (SVM-PSO). *Scientific Reports*, *14*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-74889-1>
- Fitra, R. A., Harahap, W. A., Rahman, W. K., William, J., Ps, I. V., Baru, K., Percut, K., Tuan, S., & Serdang, K. D. (2023). Analisis Perbandingan Algoritma Machine Learning untuk Klasifikasi Tingkat Risiko Ibu Hamil. *Student Research Journal*, *1*(6). <https://doi.org/10.55606/srjyappi.v1i6.846>
- Khatib Sulaiman, J., Dzakwan Ar Rosyid, M., & Artikel Abstrak, I. (2023). Klasifikasi Tingkat Risiko Kesehatan Ibu Hamil Menggunakan Algoritma Support Vectore Machine Universitas AMIKOM Yogyakarta. *Indonesian Journal of Computer Science Attribution*, *12*(5), 2023–2798.
- Kistiya Ningrum, P., & Purwadi, J. (n.d.). Implementasi Metode SVM-PSO Dengan Fitur Selection Variance Threshold Pada Klasifikasi Penyakit Diabetes Mellitus. <https://doi.org/10.26555/konvergensi.30877>
- Lin, S. W., Ying, K. C., Chen, S. C., & Lee, Z. J. (2008). Particle swarm optimization for parameter determination and feature selection of support vector machines. *Expert Systems with Applications*, *35*(4), 1817–1824. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.08.088>
- Maharana, K., Mondal, S., & Nemade, B. (2022). A review: Data pre-processing and data augmentation techniques. *Global Transitions Proceedings*, *3*(1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2022.04.020>
- Obie, M., & M. Abu Jihad Plaza R. (2024). Analisis Sentimen Terhadap Pengungsi Rohingya Di Aceh Menggunakan Algoritma Naive Bayes dan Support Vector Machine. *Sienna*, *5*(2), 93–112. <https://doi.org/10.47637/sienna.v5i2.1430>
- Purnama, J. J., Nina Kurnia Hikmawati, & Sri Rahayu. (2024). Analisis Algoritma Klasifikasi Untuk Mengidentifikasi Potensi Risiko Kesehatan Ibu Hamil. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, *5*(1), 120–127. <https://doi.org/10.52158/jacost.v5i1.809>
- Purwaningsih, E., & Nurelasari, E. (2024). Information Management For Educators And Professionals Peningkatan Akurasi Metode Support Vector Machine melalui Particle Swarm Optimization pada Penyakit Ginjal Kronis. *9*(1), 61–70. <https://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/00336/>.
- Rahagiyanto, A., Prakoso, B. H., Yunus, M., Vestine, V., Suyoso, G. E. J., & Deharja, A. (2025). Perbandingan Kinerja Algoritma KNN-DT-RF-SVM untuk Deteksi Dini Risiko Kematian Ibu. *J-REMI : Jurnal Rekam Medik Dan Informasi Kesehatan*, *6*(2), 137–145. <https://doi.org/10.25047/j-remi.v6i2.5658>
- RapidMiner Studio. (2024). *Support Vector Machine (LibSVM)*. [https://docs.rapidminer.com/9.5/Studio/Operators/Modeling/Predictive/Support\\_vector\\_machines/Support\\_vector\\_machine\\_libsvm.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://docs.rapidminer.com/9.5/Studio/Operators/Modeling/Predictive/Support_vector_machines/Support_vector_machine_libsvm.html?utm_source=chatgpt.com).
- Sharenada Norisdita Wahyudi, N. U. Moh. H. (2025). Implementasi Chi-Square dan Oversampling Pada Klasifikasi Kesehatan Janin dengan Support Vector Machine.
- Sihombing, P. R., & Yuliati, I. F. (2021). Penerapan Metode Machine Learning dalam Klasifikasi Risiko Kejadian Berat Badan Lahir Rendah di Indonesia. *MATRIK : Jurnal*

*Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 20(2), 417–426.  
<https://doi.org/10.30812/matrik.v20i2.1174>

Syaputra, R. D., Widya, S., Harmanto, D., Tinggi, S., Kesehatan, I., & Bakti, S. (n.d.).  
*INFOKES: Jurnal Ilmiah Rekam Medis dan Informatika Kesehatan Sistem Aplikasi  
Deteksi Tingkat Risiko Kehamilan Pada Aki Di Puskesmas Telaga Dewa.*

Zhang, Qian, Sheng, J., Zhou, R., Zhang, Qiao, Wang, B., & Zhang, R. (2025). Enhanced particle swarm optimization for feature selection in SVM-based Alzheimer's disease diagnosis. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03270-7>