

Artikel Penelitian (Teknik Informatika)

Model Prediksi Perkembangan Tumbuh Kembang Anak untuk Pencegahan Risiko Gizi Buruk Menggunakan Support Vector Machine (SVM) dengan Feature Selection Backward Elimination

Raihanah Safira*, Indah Purnama Sari

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 01 Mei 2025
Revisi Akhir: 08 Mei 2025
Diterbitkan Online: 11 Juli 2025

KATA KUNCI

Gizi Buruk
Machine Learning
Support Vector Machine
Feature Selection
Backward Elimination

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 822-7683-7886
E-mail: indahpurnama@umsu.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi status gizi anak usia 0–5 tahun guna mencegah risiko gizi buruk, dengan memanfaatkan algoritma machine learning berbasis Support Vector Machine (SVM). Permasalahan gizi buruk yang masih tinggi di wilayah tertentu, seperti Kelurahan Gaharu, menjadi latar belakang penting dalam penelitian ini. Model dikembangkan dengan menggunakan data antropometri dan faktor sosial, seperti berat badan, tinggi badan, usia, imunisasi dasar, dan pendapatan keluarga. Untuk meningkatkan akurasi prediksi dan menyederhanakan model, diterapkan metode feature selection menggunakan Backward Elimination. Proses pelatihan dan evaluasi model dilakukan menggunakan teknik Stratified K-Fold Cross Validation dan metrik evaluasi seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SVM dengan kernel linear memberikan akurasi tinggi hingga 98,10% setelah dilakukan seleksi fitur. Dengan integrasi teknologi prediksi ini, sistem dapat membantu tenaga kesehatan dalam mendeteksi risiko gizi buruk secara lebih cepat, akurat, dan efisien, serta mendukung pengambilan keputusan intervensi gizi yang lebih tepat sasaran.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, khususnya di Provinsi Sumatera Utara, permasalahan gizi masih menjadi isu yang belum sepenuhnya teratasi. Hal ini dapat dilihat berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, yang menunjukkan prevalensi stunting di Sumatera Utara sebesar 18,9%. Angka ini masih tergolong tinggi jika dibandingkan dengan target penurunan prevalensi stunting nasional. Selain stunting, permasalahan lain yang berkaitan dengan gizi buruk juga masih menjadi perhatian serius.

Salah satu wilayah dengan potensi risiko tinggi terhadap kasus gizi buruk adalah Kecamatan Medan Timur, terutama di Kelurahan Gaharu, sebagaimana dilaporkan oleh Puskesmas Glugur Darat. Di daerah ini, masih banyak anak yang mengalami gizi kurang yang hampir mengarah ke gizi buruk. Faktor lingkungan, hingga pendapatan keluarga menjadi penyebab utama yang memengaruhi status gizi anak di wilayah ini. Kondisi ini tentu sangat memerlukan intervensi serius seperti pemantauan kesehatan dan pemeriksaan secara berkala di posyandu, agar permasalahan segera ditangani. Namun, hingga saat ini, proses pemantauan di posyandu masih tergolong manual, dimana memerlukan waktu dan tenaga cukup besar, sehingga kurang efektif dalam mendeteksi gangguan perkembangan. Selain itu, tidak semua kader posyandu memiliki kemampuan yang memadai dalam menghitung dan menganalisis data perkembangan anak secara akurat.

Untuk mengatasi permasalahan ini, teknologi kecerdasan buatan dapat dimanfaatkan untuk membantu proses pemantauan tumbuh kembang anak. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Support Vector Machine (SVM). SVM merupakan sebuah teknik pembelajaran mesin yang bekerja dengan mencari hyperplane optimal untuk memisahkan dua kelas data (Saputra et al., 2021). SVM dikenal memiliki keunggulan dalam menangani data berdimensi tinggi dan mampu menghasilkan keputusan yang lebih akurat dalam klasifikasi dibandingkan metode lain seperti regresi logistik atau decision tree.

Dalam penelitian ini, SVM digunakan untuk mengklasifikasikan anak ke dalam dua kategori, yaitu anak dengan tumbuh kembang normal dan anak yang berisiko mengalami gizi buruk. Model ini akan bekerja dengan mencari pola hubungan antara variabel-variabel yang berkontribusi terhadap status gizi anak, seperti berat badan, tinggi badan, usia, hingga pendapatan keluarga. SVM akan menggunakan fungsi kernel untuk mengubah data yang tidak terpisahkan ke dalam dimensi yang lebih tinggi yang memungkinkan model untuk menemukan pemisahan yang lebih optimal. Namun, dalam penerapannya, SVM sering menghadapi kendala dalam pemilihan fitur paling relevan yang dapat memengaruhi akurasi prediksi. Data yang digunakan dalam pemantauan tumbuh kembang anak juga umumnya mengandung banyak variabel, tetapi tidak semuanya memiliki dampak signifikan terhadap hasil prediksi.

Tanpa seleksi fitur yang tepat, model dapat menjadi kurang efektif dan rentan terhadap overfitting, yang menyebabkan prediksi tidak akurat dan sulit digeneralisasi. Untuk itu, peneliti menggunakan metode seleksi fitur Backward Elimination (BE). BE sendiri secara bertahap dapat menghapus fitur yang kurang berpengaruh berdasarkan evaluasi model pada tahap preprocessing. Metode ini dipilih karena sudah banyak penelitian yang membuktikan bahwa BE cukup efisien dibandingkan teknik seleksi berbasis statistik sederhana, terutama dalam menangani data dengan jumlah fitur yang besar. Dengan melakukan seleksi fitur yang tepat, model SVM dapat bekerja lebih optimal, serta meningkatkan interpretabilitas hasil prediksi. Setelah tahap seleksi fitur selesai, model SVM akan diuji dan dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, dan Confusion Matrix untuk mengukur kinerja sistem dalam mengklasifikasikan status gizi anak. Jika model menunjukkan hasil evaluasi yang baik, maka sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu bagi tenaga kesehatan dan orang tua dalam mendeteksi dini risiko gizi buruk pada anak.

Sebagai hasil akhir, prediksi yang dihasilkan oleh model SVM diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat, tepat, dan akurat dalam intervensi gizi anak, sehingga efektivitas program pencegahan meningkat dan angka kejadian gizi buruk dapat ditekan. Dibandingkan dengan metode pemantauan gizi konvensional yang sering mengalami kendala pencatatan data, sistem berbasis AI ini menawarkan pendekatan yang lebih efisien dan presisi dalam mendeteksi gangguan tumbuh kembang anak. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam meningkatkan derajat kesehatan anak, tetapi juga berperan dalam upaya meningkatkan kualitas hidup generasi mendatang serta mendukung pembangunan kesehatan masyarakat yang lebih baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Machine Learning

Machine learning adalah cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer mempelajari data pola tertentu dan membuat prediksi berdasarkan pola data tanpa harus diprogram secara eksplisit (Dwinanto et al., 2024). Algoritma bekerja dengan mengidentifikasi pola dan hubungan dalam data sehingga mampu membuat prediksi atau keputusan pada data yang belum pernah terlihat sebelumnya. Terdapat berbagai jenis model machine learning yang populer dan sering digunakan, seperti regresi linier, decision tree, neural network, dan Support Vector Machine [1,2,3].

Dalam konteks prediksi terkait gizi anak, algoritma machine learning dapat menganalisis faktor seperti berat badan, hingga tinggi badan anak, di mana hasilnya sistem perangkat model dapat mendeteksi potensi risiko gizi buruk pada anak. Berbagai algoritma seperti Naïve Bayes, Support Vector Machine (SVM) dan Random Forest telah digunakan dalam penelitian untuk mengevaluasi akurasi dan efektivitasnya dalam klasifikasi gizi anak (Handayani, p et al., 2024). Dengan adanya dataset yang cukup besar, model machine learning secara otomatis mampu membuat pola yang lebih kompleks, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam berbagai bidang.

Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) merupakan model algoritma machine learning yang berfungsi sebagai teknik untuk mengkategorikan baik data yang bersifat linier dan non-linier, terutama dalam kasus data dengan dimensi tinggi. Dilihat dari cara kerjanya, SVM bekerja dengan mencari hyperplane optimal yang bisa memisahkan kelas data dengan margin maksimum, sehingga model dapat melakukan generalisasi dengan baik terhadap data baru yang ada. Dengan memaksimalkan margin antara dua kelas, SVM menciptakan model prediktif yang lebih efisien dan akurat [4,5,6].

Feature Selection Backward Elimination

Backward Elimination termasuk salah satu metode seleksi fitur yang efektif untuk meningkatkan suatu performa model dengan cara menyaring fitur-fitur yang tidak signifikan. Backward Elimination memberikan kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode statistik signifikan dalam tahap seleksi. Backward Elimination akan bekerja dengan menguji seluruh fitur yang tersedia terlebih dahulu, kemudian secara bertahap akan mengurangi fitur-fitur yang terbukti tidak memiliki pengaruh signifikan berdasarkan evaluasi hasil pengujian yang dihasilkan dari setiap kombinasi fitur tersebut (S. Muthukumar et al., 2021). Proses ini dilakukan secara rekursif hingga hanya fitur yang benar-benar memberikan kontribusi signifikan terhadap model yang digunakan [7,8,9].

Python

Python adalah bahasa pemrograman berbasis skrip yang berorientasi objek dan dirancang agar mudah dipahami serta dapat dijalankan di berbagai sistem operasi. Dengan sintaksis yang sederhana dan jelas, Python menjadi pilihan utama dalam pengembangan aplikasi, baik untuk prototipe, scripting manajemen infrastruktur, maupun pengembangan aplikasi berskala besar. Saat ini, Python menduduki posisi terdepan dalam analisis data berkat koleksi pustakanya (library) yang luas, mencakup alat-alat untuk analisis data, machine learning, preprocessing data, serta visualisasi data [10,11,12]. Beberapa library Python yang paling sering digunakan antara lain Scikit-Learn, TensorFlow, dan PyTorch. Selain itu, Python juga memiliki kurva pembelajaran yang tergolong relatif mudah, menjadikannya pilihan yang tepat bagi pemula yang ingin terjun dalam dunia pemrograman.

Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Aspek	Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
Fokus Masalah	Umumnya fokus pada klasifikasi status gizi anak (gizi buruk, gizi baik, dsb.) berdasarkan indikator antropometri.	Fokus pada prediksi perkembangan tumbuh kembang anak secara holistik, untuk pencegahan risiko gizi buruk sejak dini.
Metode Prediksi	Banyak menggunakan metode seperti K-Nearest Neighbors (KNN), Decision Tree, atau Naive Bayes.	Menggunakan Support Vector Machine (SVM) untuk meningkatkan akurasi dan menghindari overfitting pada data kecil & kompleks.
Pemilihan Fitur	Menggunakan seluruh variabel tanpa seleksi fitur atau hanya menggunakan korelasi sederhana.	Menggunakan metode Backward Elimination sebagai teknik feature selection untuk memilih fitur paling relevan dan efisien.
Jenis Data	Terbatas pada data antropometri (berat badan, tinggi badan, umur) dari rekam medis atau survei gizi.	Memanfaatkan data multidimensi: antropometri, perkembangan motorik, kognitif, imunisasi, pola makan, dan riwayat ibu.
Luaran Sistem	Hanya menghasilkan klasifikasi gizi (baik/buruk/kekurangan) tanpa saran atau insight lebih lanjut.	Menghasilkan prediksi tumbuh kembang sekaligus rekomendasi tindak lanjut bagi anak yang masuk zona risiko (early intervention).
Tujuan Utama	Mengetahui status gizi saat ini.	Memprediksi potensi gangguan tumbuh kembang sebelum gejala

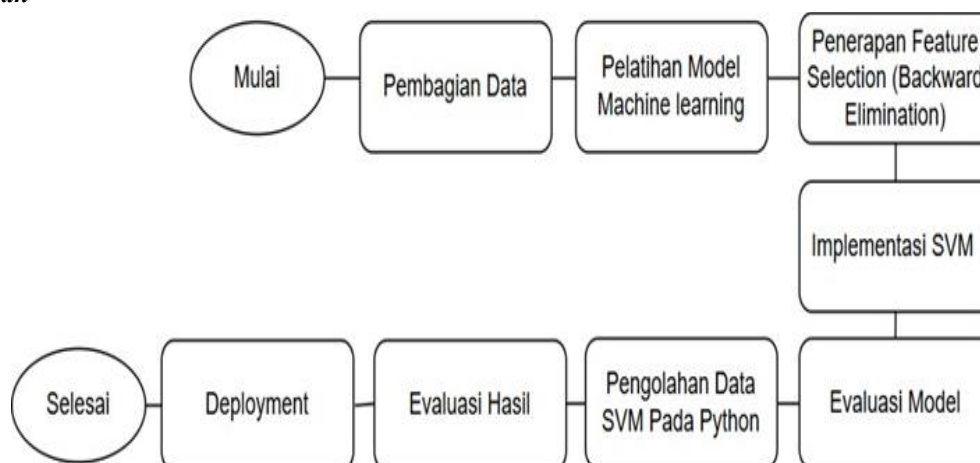
		muncul, sehingga bersifat preventif dan proaktif.
Implementasi Sistem	Biasanya berupa skripsi atau prototipe klasifikasi tanpa antarmuka pengguna.	Dirancang untuk menjadi sistem decision support yang dapat diakses oleh tenaga kesehatan atau orang tua dalam bentuk aplikasi.
Kelebihan Inovasi	-	Inovasi utama adalah kombinasi SVM + Backward Elimination, dengan orientasi preventif terhadap gizi buruk berbasis data.

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Variabel-variabel dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai fitur input yang memberikan data penting bagi algoritma SVM dalam mengklasifikasikan status gizi anak sehingga dapat mempengaruhi performa model SVM. Variabel penelitian yang digunakan akan memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap proses klasifikasi status gizi anak. Variabel yang berhubungan langsung dengan antropometri anak, seperti berat badan, tinggi badan, dan usia, sangat berperan dalam menentukan hyperplane terbaik yang memisahkan kategori gizi anak, baik yang berisiko hingga yang tidak berisiko gizi buruk. SVM akan memanfaatkan hubungan antara tinggi badan dan berat badan untuk mengidentifikasi pola pertumbuhan anak yang ideal, serta mempertimbangkan faktor usia dalam menentukan apakah berat dan tinggi badan seorang anak sesuai dengan standar pertumbuhan yang diharapkan. Selain faktor antropometri, variabel sosial seperti pola makan dan pendapatan keluarga juga berkontribusi dalam klasifikasi status gizi. Pola makan yang tidak seimbang dapat menjadi indikator utama dalam menentukan risiko gizi buruk, sementara pendapatan keluarga berpengaruh terhadap akses anak terhadap makanan bergizi dan layanan kesehatan. SVM akan menganalisis bagaimana pola makan dan kondisi ekonomi keluarga memengaruhi perkembangan gizi anak, sehingga dapat memperkuat pemisahan antara anak-anak yang memiliki status gizi baik dan buruk. Dengan demikian, kombinasi variabel antropometri dan sosial dalam model SVM membantu meningkatkan akurasi dalam memprediksi status gizi anak serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam intervensi gizi.

Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian diperlukan perencanaan tahapan kegiatan yang akan dilakukan. Tahapan ini yang nantinya dijadikan sebagai pedoman pengerjaan penelitian hingga terselesaikannya penelitian ini dengan baik. Berikut adalah proses secara general kerangka tahapan penelitian Prediksi Perkembangan Tumbuh Kembang Anak Untuk Mencegah Risiko Gizi Buruk Menggunakan Support Vector Machine learning Dengan Feature Selection Backward Elimination.

Pelatihan Model Machine Learning

Pada tahap ini, model dilatih menggunakan algoritma machine learning dengan data latih yang telah disiapkan. Model akan mempelajari pola serta hubungan antara input (parameter tumbuh kembang anak) dan output (kategori status berisiko gizi: Tidak Berisiko, Hampir Berisiko, Berisiko). Proses diawali dengan pra-pemrosesan data untuk memastikan kualitas dan konsistensi data sebelum digunakan dalam model. Langkah ini meliputi pembersihan data dari nilai yang hilang (missing values) hingga standarisasi nilai numerik agar semua variabel berada dalam skala yang seragam.

Penerapan Feature Selection Backward Elimination

Masuk ketahap berikutnya, pada tahap seleksi fitur digunakan backward elimination untuk mereduksi dimensi fitur yang digunakan dengan harapan menjaga tingkat akurasi atau bahkan meningkatkan akurasi. Proses BFA akan dimulai dengan melatih model menggunakan semua variabel independen yang tersedia dan mencatat akurasinya sebagai baseline. Selanjutnya, satu variabel dihapus, dan model dilatih ulang menggunakan variabel yang tersisa, kemudian akurasi model setelah penghapusan tersebut dicatat. Langkah ini diulangi untuk setiap variabel secara bergantian agar dapat melihat dampak dari penghapusan masing-masing variabel terhadap kinerja model. Setelah semua kemungkinan penghapusan diuji, perubahan akurasi dibandingkan untuk menentukan variabel yang paling tidak berpengaruh terhadap performa model. Variabel yang memberikan dampak paling kecil terhadap akurasi akan dihapus, dan proses ini diulangi hingga tidak ada lagi variabel yang bisa dihapus tanpa mengurangi kualitas model secara signifikan. Pendekatan ini bertujuan untuk menyederhanakan model dengan hanya mempertahankan variabel yang benar-benar relevan, sehingga meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan akurasi. Hal ini bertujuan untuk memahami kontribusi setiap variabel terhadap prediksi status gizi anak dan mengidentifikasi fitur yang paling berpengaruh dalam menentukan tumbuh kembang mereka. Dengan pendekatan ini, model yang dihasilkan diharapkan lebih efektif dan efisien dalam mendeteksi risiko gizi buruk, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan dalam intervensi kesehatan anak.

Implementasi SVM

Implementasi Support Vector Machine (SVM) dalam penelitian ini dilakukan untuk memprediksi status gizi anak berdasarkan atribut yang telah dipilih melalui metode Backward Elimination. Model ini akan dikembangkan dengan menggunakan beberapa kernel hingga nilai C untuk meningkatkan akurasi prediksi dan mengetahui jenis kernel mana yang cocok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kernel Terhadap Model

Dilakukan uji menggunakan empat jenis kernel yang tersedia pada algoritma Support Vector Machine, yaitu linear, polynomial, RBF, dan sigmoid. Setiap kernel diuji menggunakan metode One-vs-One (OVO) serta parameter $C = 1$, pada model prediksi tumbuh kembang anak berdasarkan data_balita 0–5 tahun gaharu.csv. Seluruh proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing kernel terhadap performa klasifikasi, sehingga diperoleh hasil evaluasi dengan menggunakan Confusion Matrix sebagai berikut berikut:

Tabel 1. Nilai Hasil Uji Kernel Dengan *Confusion matrix*

Kernel	Class	Precision	Recall	F1 score	Accuracy
<i>Linear</i>	Tidak Berisiko	1.00	0.97	0.99	0.95
	Hampir Berisiko	0.67	1.00	0.80	
	Berisiko	1.00	0.67	0.80	
RBF	Tidak Berisiko	1.00	0.97	0.99	0.95
	Hampir Berisiko	0.67	1.00	0.80	
	Berisiko	1.00	0.67	0.80	

Poly	Tidak Berisiko	1.00	0.97	0.99	0.95
	Hampir Berisiko	0.67	1.00	0.80	
	Berisiko	1.00	0.67	0.80	
Sigmoid	Tidak Berisiko	1.00	0.94	0.97	0.88
	Hampir Berisiko	0.50	1.00	0.67	
	Berisiko	0.00	0.00	0.00	

Berdasarkan hasil nilai evaluasi pada tabel 1 tersebut, dapat disimpulkan bahwa kernel Linear merupakan pilihan yang paling cocok untuk model prediksi tumbuh kembang anak. Meskipun kernel RBF dan Poly juga menunjukkan hasil evaluasi yang serupa, kernel Linear dipilih karena memiliki struktur yang lebih sederhana serta menghasilkan akurasi tinggi sebesar 95%, tanpa menimbulkan kompleksitas tambahan dalam proses pelatihan model.

Validasi Dengan Stratified K-Fold Cross Validation

Untuk mengevaluasi performa model secara lebih menyeluruh dan menghindari ketergantungan terhadap data uji tertentu, dilakukan validasi menggunakan metode Stratified K-Fold Cross-Validation. Dalam pengujian ini, digunakan objek Stratified KFold dari pustaka sklearn dengan parameter `n_splits=10`, `shuffle=True`, dan `random_state=42`. Artinya, data dibagi menjadi 10 subset (fold) dengan proporsi kelas yang seimbang di setiap fold, serta data diacak untuk memastikan pembagian yang acak namun konsisten.

Pada setiap iterasi, model dilatih menggunakan 9 fold sebagai data latih, dan diuji menggunakan 1 fold sebagai data validasi. Proses ini diulang sebanyak 10 kali hingga semua fold digunakan sebagai data validasi satu kali. Setiap hasil prediksi pada fold validasi dibandingkan dengan nilai asli untuk menghitung nilai akurasi, dan akurasi dari setiap iterasi disimpan dalam list scores. Setelah proses validasi selesai, akurasi dari setiap fold dicetak satu per satu untuk melihat konsistensi performa model di berbagai subset data. Kemudian, rata-rata akurasi dihitung menggunakan `np.mean(scores)` untuk memberikan gambaran umum mengenai performa keseluruhan model.

```

=== SVM Linear Kernel ===
Fold 1 Accuracy: 95.24%
Fold 2 Accuracy: 90.48%
Fold 3 Accuracy: 100.00%
Fold 4 Accuracy: 100.00%
Fold 5 Accuracy: 100.00%
Fold 6 Accuracy: 100.00%
Fold 7 Accuracy: 100.00%
Fold 8 Accuracy: 100.00%
Fold 9 Accuracy: 100.00%
Fold 10 Accuracy: 95.24%
mean Accuracy: 98.10%

```

Gambar 2. Stratified K-Fold Cross-Validation Model

Pada gambar tersebut merupakan hasil validasi model deteksi tumbuh kembang balita. Hasil yang ditampilkan menunjukkan bahwa model SVM dengan kernel linear memiliki performa klasifikasi yang sangat baik dan konsisten pada sebagian besar fold, dengan akurasi mencapai 100% pada 7 dari 10 fold, serta akurasi terendah sebesar 90.48%.

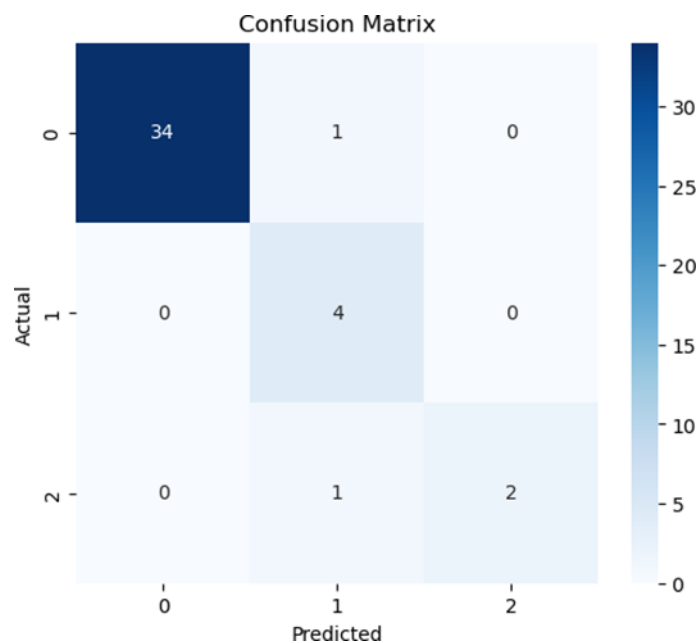
Rata-rata akurasi yang diperoleh dari seluruh fold adalah sebesar 98.10%, yang mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang tinggi terhadap data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Nilai ini juga menunjukkan bahwa model tidak mengalami overfitting dan mampu melakukan klasifikasi secara stabil di berbagai subset data. Dengan demikian, pendekatan validasi ini memperkuat kesimpulan bahwa pemilihan fitur dan penggunaan kernel linear pada SVM memberikan hasil klasifikasi yang sangat efektif dalam mendeteksi status tumbuh kembang balita.

Evaluasi Model Dengan Confusion Matrix Manual

Setelah menemukan konfigurasi terbaik pada model SVM dengan kernel linear, dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap performa model menggunakan confusion matrix. Evaluasi ini tidak hanya dilakukan secara otomatis, tetapi juga secara manual untuk memastikan kesesuaian hasil serta meningkatkan pemahaman terhadap kinerja model dalam mendeteksi klasifikasi status tumbuh kembang balita. Dengan perhitungan manual, metrik-metrik evaluasi seperti accuracy, precision, recall, dan F1-Score dapat dihitung secara rinci berdasarkan data prediksi. Hal ini memungkinkan pengukuran lebih spesifik terhadap kemampuan model dalam mengklasifikasikan masing-masing kelas.

Hasil Confusion Matrix dari model deteksi status tumbuh kembang ini, di mana terdapat tiga kelas yaitu:

1. Kelas 0: Tidak Berisiko
2. Kelas 1: Hampir Berisiko
3. Kelas 2: Berisiko



Gambar 3. Grafik Confusion Matrix

Berdasarkan *Confusion Matrix* tersebut, dilakukan pembentukan tabel yang memuat nilai *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Negative* (TN) untuk masing-masing kelas:

Tabel 2. TP, FP, FN, dan TN dari Model

Kelas	TP	FP	FN	TN
Tidak Berisiko(0)	34	1	0	7
Hampir Berisiko (1)	4	2	0	36
Berisiko (2)	2	0	1	39

Serialisasi Model

Model yang telah di training kemudian dilakukan serialisasi model. yang memungkinkan model untuk disimpan dan dimuat kembali tanpa perlu melakukan pelatihan ulang. Dalam proyek ini, serialisasi model deteksi stunting dilakukan menggunakan library Joblib, dengan model disimpan dalam file bernama " model_deteksi_tumbuh_gaharu.pkl" di direktori tertentu. Dengan demikian, model siap digunakan kapan saja tanpa perlu pelatihan ulang. Proses dan coding serialisasi model adalah sebagai berikut:

```
[ ] import joblib

    model_path = 'model_deteksi_tumbuh_gaharu.pkl'

    joblib.dump(pipeline, model_path)
    joblib.dump(selected_features, 'selected_features.pkl')
    print(f"Model disimpan di: {model_path}")
    print(f"Fitur yang digunakan disimpan di: selected_features.pkl")
```

➔ Model disimpan di: model_deteksi_tumbuh_gaharu.pkl
Fitur yang digunakan disimpan di: selected_features.pkl

Gambar 4. Proses Serialisasi Model

Pada gambar tersebut merupakan proses serialisasi model yang sebelumnya telah melalui proses training dan testing.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil implementasi sistem klasifikasi status tumbuh kembang balita menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) dengan pendekatan feature selection dan teknik resampling, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut: Penggunaan algoritma SVM yang dikombinasikan dengan pemilihan kernel linear terbukti efektif dalam memprediksi status tumbuh kembang balita berdasarkan data yang dikumpulkan dari Posyandu di Kelurahan Gaharu, Kecamatan Medan Timur. Evaluasi model dengan 10-fold cross- validation menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi rata-rata sebesar 98.10%. Seleksi fitur dengan metode Backward Elimination berhasil meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem dengan mengeliminasi fitur-fitur yang kurang relevan. Hal ini berkontribusi pada kestabilan model dan mengurangi risiko overfitting. Sistem telah berhasil di-deploy secara lokal menggunakan framework Streamlit berbasis Python. Pengguna cukup mengakses aplikasi melalui browser, memasukkan data balita, dan langsung memperoleh hasil klasifikasi secara real-time. Hasil pengujian menggunakan metode blackbox testing menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem, mulai dari pengisian form hingga hasil prediksi, berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

Referensi Cetak:

Buku

- [1] Rolly Junius Lontaan Muhammad Fairuzabadi, Indah Purnama Sari Imam Ekowicaksono, Fatimah Nur Arifah Rahman Indra Kesuma, Nizirwan Anwar Andika Setiawan. Deep Learning untuk Pemula: Memahami Algoritma, Tools, dan Masa Depan AI. Medan: Yayasan Kita Menulis 1,2025,pp. 150
- [2] Binastya Anggara Sekti, Indah Purnama Sari, Fanny Ramadhani, Andy Satria, Pasnur Pasnur, Sitti Harlina, Purwa Hasan Putra, Sitti Aisa, Nizirwan Anwar, Samuel Hasudungan Tampubolon, Siti Sundari, Muhammad Noor Hasan Siregar, Wilsen Grivin Mokodaser, Janner Simarmata, Annahl Riadi, Baso Ali, Semmy Wellem Taju, Nirsal Nirsal. Pengantar Kecerdasan Buatan untuk Pemula. Medan: Yayasan Kita Menulis, pp.350.
- [3] Indah Purnama Sari. Algoritma dan Pemrograman. Medan: UMSU Press, 2023, pp. 290.
- [4] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Pemrograman Internet Dasar. Medan: UMSU Press, 2022, pp. 300.
- [5] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak. Medan: UMSU Press, 2021, pp. 228.

- [6] Janner Simarmata Arsan Kumala Jaya, Syarifah Fitrah Ramadhani, Niel Ananto, Abdul Karim, Betrisandi, Muhammad Ilham Alhari, Cucut Susanto, Suardinata, Indah Purnama Sari, Edson Yahuda Putra. *Komputer dan Masyarakat*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.162.
- [7] Mahdianta Pandia, Indah Purnama Sari, Alexander Wirapraja Fergie Joanda Kaunang, Syarifah Fitrah Ramadhani Stenly Richard Pungus, Sudirman, Suardinata Jimmy Herawan Moedjahedy, Elly Warni, Debby Erce Sondakh. *Pengantar Bahasa Pemrograman Python*. Medan : Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.180
- [8] Zelvi Gustiana Arif Dwinanto, Indah Purnama Sari, Janner Simarmata Mahdianta Pandia, Supriadi Syam, Semmy Wellem Taju Fitrah Eka Susilawati, Asmah Akhriana, Rolly Junius Lontaan Fergie Joanda Kaunang. *Perkembangan Teknologi Informatika*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.158
- [9] Muhammad Hibrian Wiwi, Indah Purnama Sari, Sudirman Sudirman, Ramli Ramli, Sitti Arni, Eka Rahayu, Janner Simarmata, Boni Oktaviana, Raemon Syaljumairi, Muharman Lubis. *Basis Data Terapan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2025.
- [10] Ari Usman Muhammad Fairuzabadi, Indah Purnama Sari, Sudirman Berti Sari Br Sembiring, Cucut Susanto, Fera Damayanti Ayu Lestari Perdana, Wiranti Kusuma Hapsari. *Sistem Pakar : Konsep, Model Dan Implementasi*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.172

Jurnal

- [11] Catur Utami, D., Nur Azizah, A., & Nur Azizah, A. (2023). HUBUNGAN STATUS GIZI DENGAN PERKEMBANGAN BALITA USIA 1-5 TAHUN DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS KUTASARI. *Avicenna : Journal of Health Research*, 6(1), 28–35. <https://doi.org/10.36419/avicenna.v6i1.820>
- [12] Dwinanto, R. W., Sandi A, A. S., & Ardianto, R. (2024). Klasifikasi Berisiko Stunting pada Balita: Perbandingan K-Nearest Neighbor, Naïve Bayes, Support Vector Machine. *METHOMIKA Jurnal Manajemen Informatika Dan Komputerisasi Akuntansi*, 8(2), 264–273. <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol8No2.pp264-273>
- [13] F. Maulidina, Z. Rustam, S. Hartini, V. V. P. Wibowo, I. Wirasati, and W. Sadewo, “Feature optimization using Backward Elimination and Support Vector Machines (SVM) algorithm for diabetes classification,” in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Mar. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1821/1/012006.
- [14] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A.K., & Batubara, I.H. (2021). Cluster Analysis Using K-Means Algorithm and Fuzzy C-Means Clustering For Grouping Students' Abilities In Online Learning Process. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, Vol. 2 No. 1, page 139-144
- [15] Sari, I.P., Batubara, I.H., & Al-Khowarizmi, A.K. (2021). Sensitivity Of Obtaining Errors In The Combination Of Fuzzy And Neural Networks For Conducting Student Assessment On E-Learning. *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects)*, Vol. 2 No. 1, page 331- 338
- [16] Sari, I.P., Fahroza, M.F., Mufit, M.I., & Qathrunad, I.F. (2021). Implementation of Dijkstra's Algorithm to Determine the Shortest Route in a City. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, Vol. 2 No. 1, page 134-138
- [17] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A.K., Ramadhani, F., & Sulaiman, O.K. (2023). Implementation of the Selection Sort Algorithm to Sort Data in PHP Programming Language. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, Vol. 4 No. 1, page 377-381
- [18] Manurung, A.A., Nasution, M.D., & Sari, I.P. (2023). Implementation of Fuzzy K-Nearest Neighbor Method in Dengue Disease Classification. 2023 11th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)
- [19] Ramadhani, F., Satria, A., & Sari, I.P. (2023). Implementasi Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Penyakit Demam Berdarah. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer* 2 (2), 58-62
- [20] Sari, I.P., Batubara, I.H., Ramadhani, F., & Wardani, S. (2022). Perancangan Sistem Antrian pada Wahana Hiburan dengan Metode First In First Out (FIFO). *Sudo Jurnal Teknik Informatika* 1 (3), 116-123
- [21] Az-Zahrah., A. & Sari., I.P. (2024). Perbandingan Sistem Prediksi Menggunakan Metode Monte Carlo dengan Metode K-NN pada Nilai Peserta Didik Uji Kompetensi Kejuruan. *sudo Jurnal Teknik Informatika* 3 (3), 127-135
- [22] Ramadhani, F., Satria, A., & Sari, I.P. (2022). Aplikasi internet berbasis website sebagai E-Commerce penjualan komponen sport car. *Blend Sains Jurnal Teknik* 1 (2), 69-75
- [23] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., & Ramadhani, F. (2021). User Interface Prototype Using User Centered System Design Method in Motorvice Information System. 2021 International Conference on Computer Science and Engineering (IC2SE) 1, 1-6

- [25] Ramadhani, F., Al-Khowarizmi, A.K., & Sari, I.P. (2021). Improving the Performance of Naïve Bayes Algorithm by Reducing the Attributes of Dataset Using Gain Ratio and Adaboost. 2021 International Conference on Computer Science and Engineering (IC2SE) 1, 1-5
- [26] Sitompul, D.N., Rahmatika, A., & Sari, I.P. (2023). Application of The Sales and Purchase Program Using The Rapid Application Development Model. Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal, Vol. 4 No. 1, page 6-16
- [27] Sari, I.P., Ramadhani, F., Satria, A., & Apdilah, D. (2023). Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones. Hello World Jurnal Ilmu Komputer 2 (3), 146-157
- [28] Batubara, I.H., Sari, I.P., Siregar, E.F.S., & Lubis, B.S. (2021). Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematika Melalui Metode Penemuan Terpandu Berbantuan Software Autograph. Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora 1 (1), 699-705
- [29] Apdilah, D., & Sari, I.P. (2021). Optimization Of The Fuzzy C-Means Cluster Center For Credit Data Grouping Using Genetic Algorithms. Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal, Vol. 2 No. 2, page 156-163
- [30] Sulaiman, O.K., & Sari, I.P. (2021). Implementation Data Mining For Level Analysis Traffic Violation By Algorithm Association Rule. Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal, Vol. 2 No. 2, page 128-135
- [31] Sari, I.P., Hariani, P.P., Al-Khowarizmi, A.K., Ramadhani, F., Sulaiman, O.K., Satria, A., & Manurung, A.A. (2024). CLUSTERING HIV/AIDS DISEASE USING K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM. Proceeding International Seminar on Islamic Studies. Vol. 5, No. 1 (2024), 1668-1676
- [32] Sari, I.P., Ramadhani, F., Satria, A., & Sulaiman, O.K. (2023). Leukocoria Identification: A 5-Fold Cross Validation CNN and Adaboost Hybrid Approach. 2023 6th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI). 486-491
- [33] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A.K., Sulaiman, O.K., & Apdilah, D. (2023). Implementation of Data Classification Using K-Means Algorithm in Clustering Stunting Cases. Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering, Vol. 4 No. 2, page 402-412
- [34] Sari, I.P., Batubara, I.H., Al-Khowarizmi, A., & PP Hariani. (2022). Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Arsip Digital Berbasis Web untuk Mengatur Sistem Kearsipan di SMK Tri Karya. Wahana Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat 1 (1), 18-24
- [35] Habibi, F., Qathrunada, I.F., & Anggraini, T. (2023). "Design and Build a Tourism Website Using Shopify Framework". Hanif Journal of Information Systems. Vol. 1 No. 1, 2023.
- [36] Sari, I.P., A Syahputra, N Zaky, RU Sibuea, & Z Zakhir. (2022). Perancangan sistem aplikasi penjualan dan layanan jasa laundry sepatu berbasis website. Blend sains jurnal teknik 1 (1), 31-37
- [37] Sari, I.P., A Azzahrah, FQ Isnaini, L Nurkumala, & A Thamita. (2022). Perancangan sistem absensi pegawai kantor secara online pada website berbasis HTML dan CSS. Blend sains jurnal teknik 1 (1), 8-15
- [38] Septiana, D. (2024). Forecasting Rice Prices with Holt-Winter Exponential Smoothing Model. Hanif Journal of Information Systems. Vol. 1 No. 2, 2024.
- [39] Sari, I.P., & Ramadhani, F. (2021). Pengaruh Teknologi Informasi Terhadap Kewirausahaan Pada Aplikasi Perancangan Jual Beli Jamu Berbasis WEB. Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan 2 (1), 874-878.
- [40] Satria, A, Ramadhani, F, & Sari, I.P. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) Sekolah Menengah Kejuruan Telkom 2 Medan Menggunakan Codeigniter. Wahana Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat 2 (1), 23-31
- [41] Sari, I.P., A Jannah, AM Meuraxa, A Syahfitri, & R Omar. (2022). Perancangan Sistem Informasi Penginputan Database Mahasiswa Berbasis Web. Hello World Jurnal Ilmu Komputer 1 (2), 106-110.
- [42] Mahardika, F, & Abdillah, M.L. (2024). Design of Unified Modeling Language Information System for Motorcycle Unit Selling and Buying Transactions using the Waterfall Method. Hanif Journal of Information Systems. Vol. 1 No. 2, 2024.
- [43] Sari, I.P., & Batubara, I.H. (2021). Perancangan Sistem Informasi Laporan Keuangan Pada Apotek Menggunakan Algoritma K-NN. Seminar Nasional Teknologi Edukasi dan Humaniora (SiNTESa) 1 (2021 - ke 1
- [44] Sari, I.P., & Batubara, I.H. (2021). User Interface Information System for Using Account Services (Joint Account) WEB-Based. International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects), 462-469
- [45] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A, & Batubara, I.H. (2021). Implementasi Aplikasi Mobile Learning Sistem Manajemen Soal dan Ujian Berbasis Web Pada Platform Android. IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT 3 (2), 178-183

- [46] Mudafri., H.A. (2024). Design of a Web-Based Coffeeshop Ordering Information System. *Hanif Journal of Information Systems*. Vol. 1 No. 2, 2024.
- [47] Sari., I.P, Hariani., P.P, Satria., A, & Manurung., A.A. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Pengelolaan Arsip Materi Ajar Berbasis Web untuk Guru MAS Darul Falah. *Wahana Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 2 (2), 59-65
- [48] Ramadhani., F, & Sari., I.P. (2021). Pemanfaatan Aplikasi Online dalam Digitalisasi Pasar Tradisional di Medan. *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* 2 (1), 806-811
- [49] Sari., I.P, Sulaiman., O.K, & Apdillah, D. (2024). Rancang Bangun Game Zombie Menggunakan Kodular Berbasis Android. *Jurnal Minfo Polgan* 13 (1), 293-302
- [50] Ichsan., A, Siambaton., M.Z, & Nasution., K. (2023). "Android-Based Practical Work Student Registration Form Application System Design". *Hanif Journal of Information Systems*. Vol. 1 No. 1, 2023.
- [51] Sari., I.P, Sulaiman., O.K, Ramadhani., F, & Satria., A. (2023). Perancangan Sistem Manajemen Surat Berbasis Web Pada Kantor Camat Tano Tombangan Angkola. *INCODING: Journal of Informatics and Computer Science Engineering* 3 (2), 61-76.
- [52] Jannah., A, Meuraxa., A.M, & Azzahrah., A. 2023. "Web Based E-Commerce System Design at EXO Shop Using The Waterfall Method". *Hanif Journal of Information Systems*. Vol. 1 No. 1, 2023.
- [53] Sari., I.P, Al-Khowarizmi., A, , Jannah., A, Meuraxa., A.M, & Tanjung., M.I. (2023). Web-Based Offline Game Suit Design: A Model Overview. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering* 4 (2), 389-394.
- [54] Guntur., S, Ichsan., A, & Sari., I.P. (2024). Designing a Web-Based Mail Management System at the Beringin Helvetia Sub-district Office. *Altafani: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1 (1)
- [55] Sari., I.P, Sulaiman., O.K, Al-Khowarizmi., A, & Azhari., M. (2023). Perancangan Sistem Informasi Pelayanan Masyarakat pada Kelurahan Sipagimbar dengan Metode Prototype Berbasis Web. *Blend Sains Jurnal Teknik* 2 (2), 125-134.
- [56] Hutasuhut., B.K, Sari., I.P, & Al-Khowarizmi, A.K. (2023). Analysis the Effect of Digitalization and Technology on Web-Based Entrepreneurship. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*
- [57] Dongoran., D, & Sari., I.P. (2024). Implementasi Klasifikasi Data Tracer Study Pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Dengan Pemanfaatan Data Mining Menggunakan Kombinasi Algoritma Support Vector Machine. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer* 4 (1), 12-24
- [58] Sari., I.P, Azis., Z, & Hasibuan., A.R. (2025). ANALYSIS OF RON 92 OIL BASED ON MORPHOLOGY AND HISTOGRAM TECHNIQUES. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* 19 (2), 1341-1352
- [59] Aqta., D.P, & Sari., I.P. (2025). Evaluasi Keefektifan Teknik Morfologi dan Histogram Citra Digital pada Minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer* 3 (4), 161-170
- [60] Yusuf., M, & Sari., I.P. (2025). Sistem Pakar Mencegah Stunting dengan Menentukan Gizi Anak Menggunakan Natural Language Processing (NLP). *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)* 9 (3), 924-934
- [61] Sari., I.P, Sulaiman., O.K, & Apdilah., D. (2025). Penerapan Sistem Pakar Diagnostik Penyakit Kelapa Sawit sebagai Solusi bagi Petani dalam Meningkatkan Produktivitas Perkebunan. *CivicAction: Jurnal Pengabdian dan Inovasi Masyarakat* 1 (1), 8-17