

Optimasi Algoritma Naïve Bayes Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Klasifikasi Status Stunting

Omar Pahlevi^{1*}, Amrin², Yopi Handrianto³

¹ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Kramat Raya No. 98 Senen, Jakarta Pusat-10420, Indonesia

² Program Studi Teknologi Komputer, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Kramat Raya No. 98 Senen, Jakarta Pusat-10420, Indonesia

³ Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Kramat Raya No. 98 Senen, Jakarta Pusat-10420, Indonesia

e-mail: omar.opi@bsi.ac.id, amrin.ain@bsi.ac.id, yopi.yph@bsi.ac.id

(*) Corresponding Author

Artikel Info : Diterima : 19-11-2023 | Direvisi : 16-01-2024 | Disetujui : 23-01-2024

Abstrak - Setiap orangtua menginginkan buah hatinya tumbuh dengan sehat. Pola makan dengan mengkonsumsi makanan yang sehat dapat meminimalisir *stunting*. Kekurangan nutrisi dalam jangka panjang dapat menyebabkan stunting, yaitu masalah gizi kronis yang mengganggu pertumbuhan dan perkembangan fisik, termasuk berat badan dan tinggi badan yang rendah. Tindakan preventif terhadap stunting merupakan kegiatan fundamental yang harus segera dikerjakan dapat berupa penyuluhan dan melakukan tindakan medis lebih lanjut. Pada *data mining* terdapat beberapa metode untuk mengekstraksi informasi diantaranya klasifikasi. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan algoritma *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk klasifikasi status stunting agar dapat mengetahui apakah seorang anak mengalami kasus stunting atau tidak berdasarkan *gender*, *age*, *birth weight*, *body weight*, *body length*, dan *breastfeeding*. Pada hasil akhir penelitian diketahui bahwa tingkat akurasi kebenaran yang diperoleh melalui performa model algoritma *Naïve Bayes* sebesar 80,69% dan skor sebesar 0,801 dihasilkan dari *Area Under the Curva* (AUC). Kemudian berdasarkan hasil perhitungan dengan model algoritma *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization* dapat diperoleh tingkat akurasi kebenaran sebesar 83,06% dengan nilai *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0,801. Berdasarkan nilai akhir yang diperoleh bahwa pola penerapan optimasi *Particle Swarm Optimization* pada algoritma *Naïve Bayes* dapat meningkatkan kinerja metode klasifikasi yang digunakan pada kegiatan penelitian ini.

Kata Kunci : Klasifikasi, *Naïve Bayes*, *Particle Swarm Optimization*, Status *Stunting*

Abstracts - Every parent wants their children to grow up healthy. Eating a healthy diet can minimize stunting. Long-term nutritional deficiencies can lead to stunting, a chronic nutritional problem that impairs physical growth and development, including low body weight and height. Preventive action against stunting is a fundamental activity that must be done immediately in the form of counseling and taking further medical action. In data mining there are several methods for extracting information including classification. In this research, researchers will apply *Naïve Bayes* with *Particle Swarm Optimization* (PSO) for the classification of stunting status in order to determine whether a child has a case of stunting or not based on *gender*, *age*, *birth weight*, *body weight*, *body length*, and *breastfeeding*. In the final results of the research, it is known that the accuracy of the truth obtained through the performance of the *Naïve Bayes* algorithm model is 80.69% and a score of 0.801 resulting from *Area Under the Curva* (AUC). Then based on the calculation results with the *Naïve Bayes* algorithm model with *Particle Swarm Optimization*, it can be obtained a truth accuracy rate of 83.06% with an *Area Under the Curve* (AUC) value of 0.801. Based on the final value obtained, the pattern of applying *Particle Swarm Optimization* to the *Naïve Bayes* algorithm can improve the performance of the classification method used in this research activity.

Keywords : Classification, *Naïve Bayes*, *Particle Swarm Optimization*, *Stunting Status*



PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan faktor terpenting dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Pola hidup sehat dan makanan yang bergizi dapat menopang kesehatan tubuh manusia. Di negara-negara berkembang, masalah kesehatan masyarakat yang signifikan berupa malnutrisi pada balita dapat mengakibatkan kematian (Danso & Appiah, 2023). Pada negara Indonesia, masalah gizi masih menjadi fokus utama yang harus segera ditangani, terutama berkaitan dengan masalah gizi balita. Hal ini sesuai dengan fakta bahwa masalah gizi seperti kekurangan gizi, stunting atau kekurangan gizi, dan masalah gizi lainnya akan menimbulkan tantangan bagi keluarga, masyarakat, dan negara. Kondisi kesehatan balita dan status gizi mereka menunjukkan keadaan gizi kesehatan masyarakat (Matdoan et al., 2022). Seorang anak yang mengidap stunting cenderung mengalami penurunan kecakapan dalam berpikir, gangguan dalam pengucapan vokal, dan kesulitan dalam memahami sesuatu yang baru dengan cara yang umum (Ali et al., 2021). Salah satu kekurangan gizi kumulatif jangka panjang yang menyebabkan stunting pada anak adalah malnutrisi. Stunting sangat umum terjadi pada anak-anak berusia antara 0 dan 60 bulan karena berbagai alasan (Sutarno et al., 2021).

Korelasi variabel yang dapat mengindikasikan seorang anak mengidap stunting ada beberapa cara. Indikator kondisi fisik menurut umur seorang anak yang tidak sesuai dikarenakan melebihi defisit dua standar deviasi melalui pengukuran antropometri juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi stunting (Saeful Bachri et al., 2021). Tidaklah cukup untuk menilai status gizi balita hanya berdasarkan perkembangan fisiknya saja (Hidayat & Laluma, 2022). Kesehatan dan pertumbuhan kandungan secara signifikan dipengaruhi oleh perkembangan ibu hamil. Berat badan lahir rendah disebabkan oleh masalah dengan pertumbuhan janin di dalam rahim (Sapriatin & Sianturi, 2021). Efek jangka panjang yang signifikan dihasilkan dari stunting tidak hanya berdampak pada kualitas hidup anak di masa depan, tetapi juga menurunkan kapasitas aktivitas mental dan pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari. Seorang anak yang tidak sehat dari segi fisiknya juga dapat berdampak dan mengakibatkan tingginya peluang penyakit yang bersifat kronis bagi anak tersebut (Riswanto et al., 2023). Stunting pada anak balita disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk terbatasnya akses terhadap makanan kaya gizi selama masa kehamilan dan masa balita, pendidikan ibu yang tidak memadai tentang pola makan dan kesehatan sebelum kehamilan, asupan vitamin dan mineral yang tidak memadai, kehamilan remaja kehamilan remaja dan jarak yang dekat antar kehamilan (Damayanti & Jakfar, 2023). Terlambat atau kurang dalam mengidentifikasi faktor risiko akan meningkatkan kemungkinan terjadinya masalah (Islam et al., 2022). Program-program yang berkaitan dengan stunting diselenggarakan secara berkala untuk menurunkan prevalensi stunting (Ananta et al., 2023).

Untuk mengatasi masalah tertentu, *data mining* digunakan dalam hal menghasilkan informasi yang akurat berdasarkan kegiatan pengolahan data yang baik. Menemukan hubungan dan keteraturan pada himpunan data untuk memecahkan masalah tertentu. Teknik klasifikasi pada *data mining* memiliki kegunaan yang dapat mengkategorisasikan atau mengelompokkan data berdasarkan *class* atau target yang diberikan ke dalam atribut-atribut yang berbeda (Adzim et al., 2023). Klasifikasi status gizi stunting balita akan lebih mudah diketahui melalui penelitian ini. Informasi yang diperoleh dari pengolahan data stunting akan digunakan untuk menentukan apakah kondisi gizi balita mengalami stunting atau tidak. Kemudian hasil pengolahan data ini dapat dimanfaatkan untuk menghindari terjadinya stunting pada balita, dimana data yang sudah diolah dapat menjadi tolak ukur pendataan status gizi stunting yang dialami oleh balita (Titimeidara & Hadikurniawati, 2021). Pada *data mining* model algoritma klasifikasi dapat menunjukkan keakuratan sistem dalam pembagian data. Sedangkan teknik validasi model yang populer yakni *K-fold Cross Validation* sangat bermanfaat dalam penilaian kinerja klasifikasi. Teknik ini memverifikasi keakuratan model dengan menggunakan sekumpulan data tertentu. Kumpulan data dibagi menjadi dua bagian untuk metode *k-fold Cross Validation* diantaranya data pelatihan dan data pengujian (Anam & Santoso, 2018).

Keakuratan perhitungan *data mining* kemudian dihitung menggunakan teknik *confusion matrix*. Teknik ini diperlukan untuk menilai kinerja model klasifikasi. Data ini kemudian ditransformasikan menjadi sebuah nilai sehingga kinerja model yang berbeda dapat dibandingkan, dimana dapat dilakukan dengan menggunakan ukuran kinerja (Sugiyarti & Maseleno, 2018). Ada beberapa istilah yang digunakan pada *Confusion matrix* antara lain TN (*True Negative*), TP (*True Positive*), FP (*False Positive*) dan FN (*False Negative*) (Simarmata et al., 2022). Terlepas dari dua pendekatan yang telah dijelaskan sebelumnya, Kurva *Receiver Operating Characteristics* (ROC) digunakan dalam penelitian ini. Fungsi kurva ini antara lain dapat mendeskripsikan lebih terperinci, memvisualisasikan, mengatur, menyusun, dan menetapkan pengklasifikasian berdasarkan seberapa baik kinerja masing-masing algoritma. Kurva *Receiver Operating Characteristics* (ROC) digunakan agar dapat memperoleh perhitungan nilai *Area Under Curve* (AUC) (Bahri, 2020).

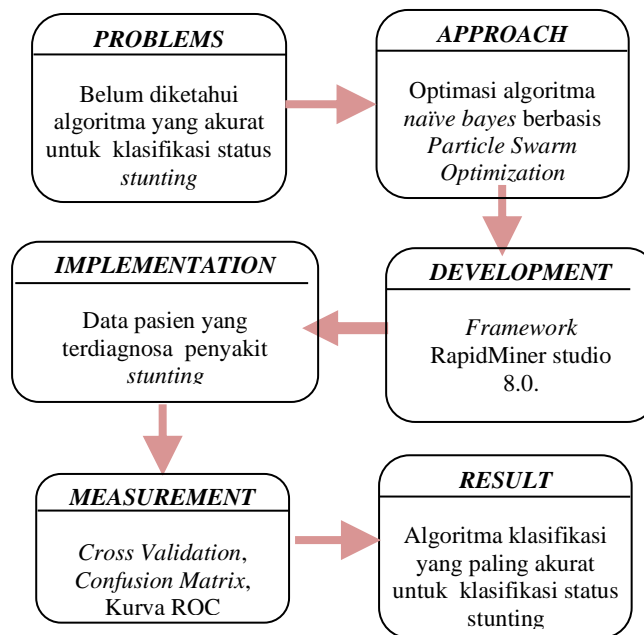
Model algoritma *Naïve Bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization* diterapkan oleh peneliti pada kegiatan penelitian ini untuk melakukan klasifikasi status stunting. Peneliti menggunakan algoritma *Naïve Bayes* pada penelitian ini dikarenakan algoritma dapat menghasilkan perhitungan dengan tingkat presisi sangat tinggi dan memiliki kemampuan meminimalisir tingkat standar *error* yang baik apabila dibandingkan dengan semua pengklasifikasi lainnya (Wahyudin et al., 2023). Kemudian peneliti menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dikarenakan model optimasi ini menggunakan substitusi berbasis populasi, pencariannya dilakukan secara global, proses perhitungan dilakukan secara sederhana dan tidak membutuhkan banyak parameter

(Fauzi & Yunial, 2022). Penelitian yang dikerjakan oleh (Zeniarta et al., 2020) memiliki kemiripan dalam hal pembahasan mengenai topik yang membahas mengenai klasifikasi status gizi stunting. Metode algoritma klasifikasi yang diterapkan pada penelitian ini yaitu algoritma *naïve bayes*. Sebanyak 300 *record* dalam *dataset* pada awalnya diberi jumlah 6 atribut dan 1 label. Hasil akurasi pengujian yang diperoleh sebesar 83,33%.

Penelitian lain yang berkaitan dengan kegiatan penelitian ini dikerjakan oleh (Arumi et al., 2023). Model algoritma klasifikasi *naïve bayes* digunakan dengan topik pembahasan mengenai gizi buruk balita di kota Magelang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *naïve bayes* berhasil memprediksi besarnya kasus gizi buruk balita di kota Magelang dengan persentase akurasi sebesar 75% dikarenakan jumlah data *training* yang sangat minim, dan wilayah yang memiliki kasus gizi buruk terbanyak berada di tiga wilayah yaitu Magersari, Tidar Utara dan Panjang. Metode optimasi yang digunakan pada penelitian ini sama dengan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh (Romli et al., 2021). Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis data produk cacat di PT Mane Indonesia dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Naïve Bayes Classifier*. Hasil akurasi dengan menggunakan algoritma *Naïve Bayes* mendapatkan nilai 84.38% dan nilai AUC sebesar 0.953. Nilai akurasi sebesar 88,62% dan nilai AUC sebesar 0,945 diperoleh melalui penerapan algoritma *Naïve Bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization*. Pada penelitian ini dapat diperoleh informasi bahwasanya penerapan algoritma *Naïve Bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization* dapat menghasilkan tingkat kontribusi sebesar 5,02% dalam memprediksi produk cacat.

METODE PENELITIAN

Research Framework yang menjelaskan kegiatan penelitian ini diuraikan secara visual pada gambar 1, dimana memiliki beberapa langkah tahapan. Belum diketahuinya algoritma yang tepat dalam klasifikasi status *stunting* menjadi topik permasalahan pada kegiatan penelitian ini. Suatu *approach* (model) optimasi algoritma *naïve bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization* menjadi luaran akhir yang dihasilkan pada penelitian ini. *Cross Validation*, *Confusion Matrix* dan kurva *Receiver Operating Characteristics* (ROC) diterapkan pada tahapan *measurement*. Perangkat lunak *RapidMiner studio 8.0* digunakan pada tahapan *application development* sesuai dengan tahapan *research framework* ini.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data

Pada penelitian ini *dataset* yang digunakan sebanyak 10.000 *record*, dimana diperoleh dari *website* <https://www.kaggle.com/datasets/muhtarom/stunting-dataset>. Variabel pada penelitian ini terdiri dari *Gender*, *Age*, *Birth Weight*, *Body Weight*, *Body Length*, *Breastfeeding*, *Stunting*. Pada *dataset* ini variabel *Stunting* menjadi target dengan status *Yes* atau *No*. Tabel 1 menjabarkan sampel himpunan data yang digunakan untuk menguji algoritma yang akan diuji.

Tabel 1. Sample Dataset

Gender	Age	Birth Weight	Birth Length	Body Weight	Body Length	Breastfeeding	Stunting
--------	-----	--------------	--------------	-------------	-------------	---------------	----------

Male	17	3	49	10	72.2	No	No
Female	11	2.9	49	2.9	65	No	Yes
Male	16	2.9	49	8.5	72.2	No	Yes
Male	31	2.8	49	6.4	63	No	Yes
Male	15	3.1	49	10.5	49	No	Yes
Female	11	2.8	49	8.5	65	No	No
Male	35	2.8	49	10.5	72.2	No	Yes
Female	17	2.8	49	8	63	No	Yes
Male	10	2.7	49	8.4	73.5	No	No
Female	16	2.8	49	8.5	65	No	Yes

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

B. Pengujian Model

Tahapan analisa kinerja dan pengukuran model untuk menghasilkan nilai accuracy dan AUC dikerjakan melalui kegiatan eksperimen pada model yang diusulkan. Pada penelitian ini perangkat lunak RapidMiner studio 8.0. digunakan beserta metode statistik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja model yakni 10-fold cross-validation. Sedangkan metode pengujian untuk evaluasi memanfaatkan *Confusion Matrix* dan *ROC Curve* atau *Area Under Curve* (AUC).

1. *Confusion Matrix*

a. Algoritma *Naïve Bayes*

Pada Tabel 2 mendeskripsikan penerapan *confusion matrix* untuk algoritma *Naïve Bayes*. Dimana terdapat 6907 *record* dikategorisasikan “Yes” diestimasi sesuai dengan data riilnya, lalu 1048 *record* diestimasi “No” tetapi hasil yang diperoleh “Yes”. Kemudian 1162 *record* dikategorisasikan “No” diestimasi sesuai, selanjutnya 883 *record* dikategorisasikan “Yes” tetapi hasil yang diperoleh “No”.

Tabel 2. Model *Confusion Matrix* untuk Algoritma *Naïve Bayes*

accuracy: 80.69% +/- 1.02% (mikro: 80.69%)			
	<i>true no</i>	<i>true yes</i>	<i>class precision</i>
<i>pred no</i>	1162	1048	52.58%
<i>pred yes</i>	883	6907	88.66%
<i>class recall</i>	56.82%	86.83%	

Sumber: Hasil Pengolahan Menggunakan RapidMiner (2023)

b. Algoritma *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization*

Pada Tabel 3 mendeskripsikan penerapan *confusion matrix* untuk algoritma *Naïve Bayes* dengan memanfaatkan model optimasi *Particle Swarm Optimization*. Diketahui 7319 *record* dikategorisasikan “Yes” diestimasi sesuai dengan data riilnya, lalu 636 *record* diestimasi “No” tetapi ternyata “Yes”. Kemudian 987 *record* dikategorisasikan “No” diestimasi sesuai, dan 1058 *record* diestimasi “Yes” ternyata “No”.

Tabel 3. Model *Confusion Matrix* untuk Metode *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization*

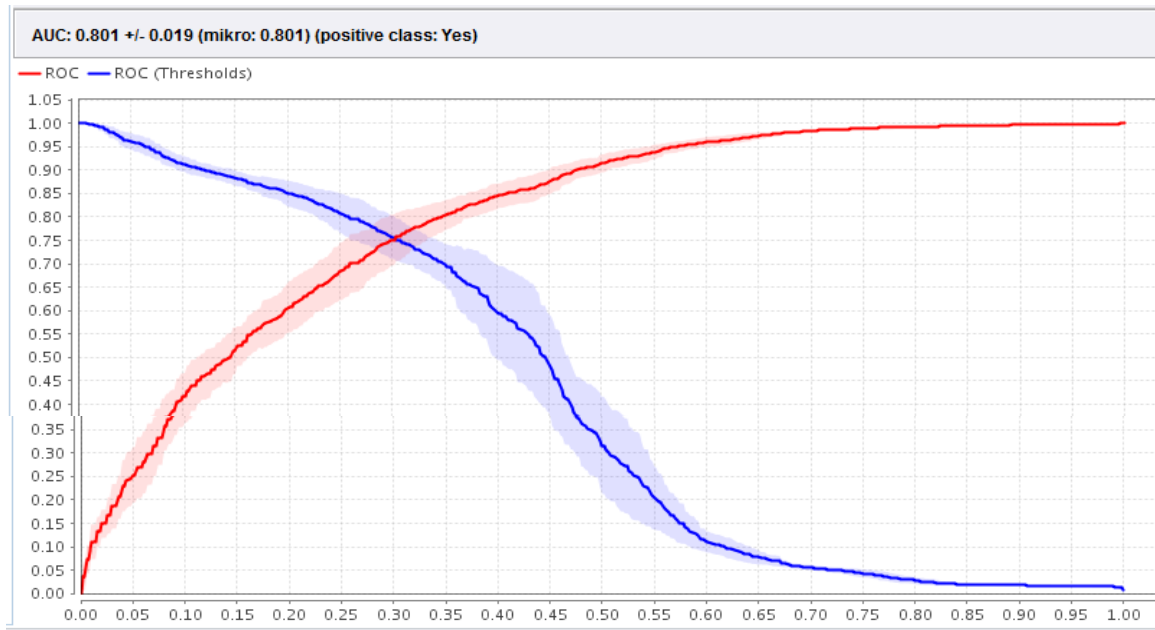
accuracy: 83.06% +/- 1.01% (mikro: 83.06%)			
	<i>true no</i>	<i>true yes</i>	<i>class precision</i>
<i>pred no</i>	987	636	60.81%
<i>pred yes</i>	1058	7319	87.37%
<i>class recall</i>	48.26%	92.01%	

Sumber: Hasil Pengolahan Menggunakan RapidMiner (2023)

2. Kurva *Receiver Operating Characteristics* (ROC)

a. Algoritma *Naïve Bayes*

Pada gambar 2 ini mendeskripsikan mengenai Kurva *Receiver Operating Characteristics* (ROC) untuk algoritma *Naïve Bayes* dimana menghasilkan nilai AUC (*Area Under Curve*) sebesar 0.801 (*Excellent Classification*)



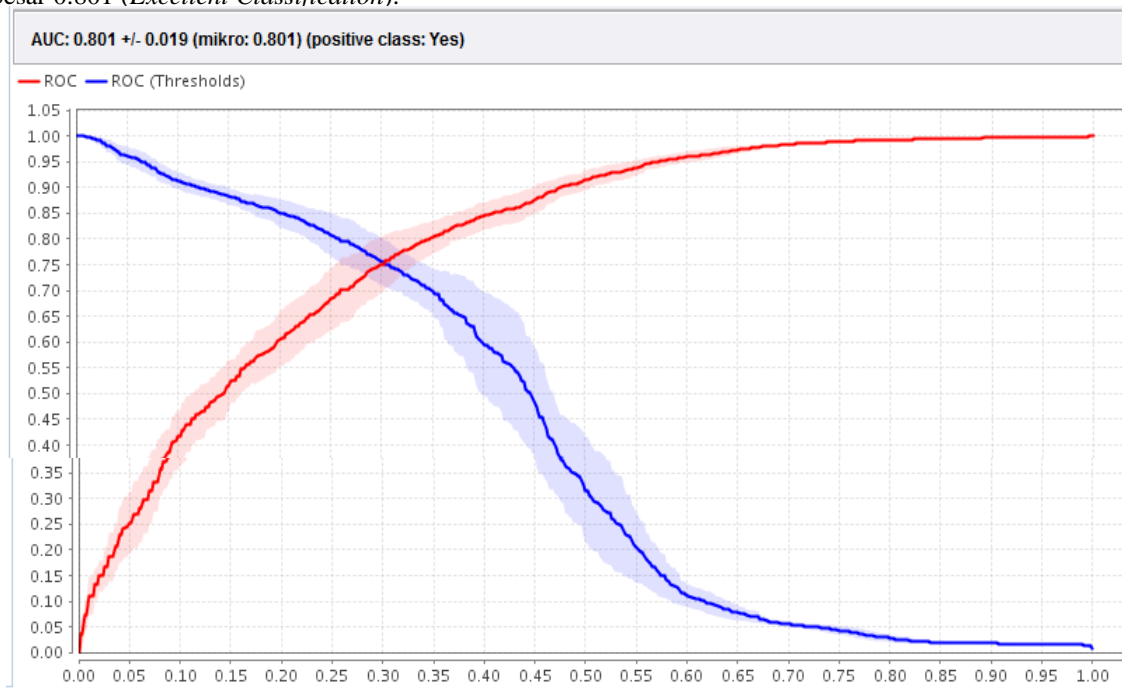
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 2. Kurva Receiver Operating Characteristics algoritma Naive Bayes

Visualisasi mengenai *confusion matrix* dihasilkan berupa kurva Receiver Operating Characteristics ini. Garis horizontal adalah *false positives* dan garis vertikal *true positives*.

b. Algoritma Naive Bayes dengan Particle Swarm Optimization

Pada gambar 3 ini mendeskripsikan mengenai kurva Receiver Operating Characteristics (ROC) dari hasil penghitungan Naive Bayes dengan Particle Swarm Optimization menghasilkan nilai AUC (Area Under Curve) sebesar 0.801 (*Excellent Classification*).



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 3. Kurva Receiver Operating Characteristics algoritma Naive Bayes dengan Particle Swarm Optimization

3. Analisis Hasil Komparasi

Pada tabel 4 ini menjabarkan mengenai komparasi nilai *accuracy* dan ROC Curve atau AUC pada algoritma Naive Bayes dan Naive Bayes dengan metode optimasi Particle Swarm Optimization.

Tabel 4 Komparasi Nilai *Accuracy* dan AUC

	NB	NB+PSO
<i>Accuracy</i>	80.69%	83.06%
AUC	0.801	0.801

Sumber: Hasil Pengolahan Menggunakan RapidMiner (2023)

Hasil akhir yang tercantum pada Tabel 4 yang membandingkan *accuracy* dan AUC dari algoritma *Naïve Bayes* tanpa *Particle Swarm Optimization* dan *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO), dapat diketahui bahwa nilai *accuracy* algoritma *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma *Naïve Bayes* tanpa *Particle Swarm Optimization* (PSO). Sedangkan nilai AUC-nya adalah sama. Nilai AUC untuk kategorisasi penggalan data dapat dikategorikan ke dalam beberapa kelompok (Nilawati & Achyani, 2019).

- 0.90-1.00 = *very good classification stages*
- 0.80-0.90 = *good classification stages*
- 0.70-0.80 = *fair classification stages*
- 0.60-0.70 = *bad classification stages*
- 0.50-0.60 = *very bad classification stages*

Model algoritma *Naïve Bayes* dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) termasuk kategori *good classification stages* mengacu pada hasil kategorisasi di atas.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini menggambarkan bahwa metode optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) dapat memberikan hasil yang lebih presisi. Dimana berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, diperoleh tingkat akurasi kebenaran sebesar 80,69% dengan nilai *Area Under the Curva* (AUC) sebesar 0,801 dengan menerapkan model *Naïve Bayes*. Sedangkan tingkat akurasi kebenaran sebesar 83,06% dengan nilai *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0,801 dihasilkan melalui pemanfaatan model *Naïve Bayes* dengan model optimasi *Particle Swarm Optimization* memberikan. Berdasarkan hasil perhitungan akurasi dan validasi menegaskan bahwasanya pemanfaatan model optimasi *Particle Swarm Optimization* dapat menyebabkan kenaikan presisi perhitungan klasifikasi. Penggunaan *dataset* dan atribut yang lebih komprehensif dapat menghasilkan model yang dapat diterapkan pada berbagai studi kasus. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melibatkan penerapan teknik algoritma klasifikasi lainnya, seperti contohnya *Support Vector Machine* (SVM), Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST), *Bipolar Slope Network* (GRNN), serta penggunaan algoritma optimasi MSO (*Multi Swarm Optimization*) dan Algoritma Genetika (GA).

REFERENSI

- Adzim, F., Budianita, E., Nazir, A., & Syafria, F. (2023). Klasifikasi Status Stunting Balita Menggunakan Metode C4.5 Berbasis Web. *ZONasi: Jurnal Sistem Informasi*, 5(3), 515–525.
- Ali, I., Ade Kurnia, D., Pratama, M. A., & Al Ma'ruf, F. (2021). Klasifikasi Status Stunting Balita Di Desa Slangit Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika Dan Komputer*, 05(03), 35–38.
- Anam, C., & Santoso, H. B. (2018). Perbandingan Kinerja Algoritma C4.5 dan Naive Bayes untuk Klasifikasi Penerima Beasiswa. *Energy - Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 8(1), 13–19. <https://ejournal.upm.ac.id/index.php/energy/article/view/111>
- Ananta, C. J., Fariza, A., & Asmara, R. (2023). Stunting Program Classification in East Java, Indonesia From Internet News Using Location-Based and SVM. *2023 International Electronics Symposium (IES)*, 527–532. <https://doi.org/10.1109/IES59143.2023.10242418>
- Arumi, E. R., Sumarno Adi Subrata, & Anisa Rahmawati. (2023). Implementation of Naïve bayes Method for Predictor Prevalence Level for Malnutrition Toddlers in Magelang City. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 7(2), 201–207. <https://doi.org/10.29207/resti.v7i2.4438>
- Bahri, S. (2020). Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Keterlambatan Jam Masuk Kerja Menggunakan Algoritma Klasifikasi. *Sistem Informasi (JUSIN)*, 1(1), 11–20.
- Damayanti, D. K. D., & Jakfar, M. (2023). Klasifikasi Status Stunting Balita Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means (Studi Kasus Posyandu RW 01 Kelurahan Jeparo Surabaya). *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 11(03), 524–533. <https://media.neliti.com/media/publications/249234-model-infeksi-hiv-dengan-pengaruh-percob-b7e3cd43.pdf>
- Danso, F., & Appiah, M. A. (2023). Prevalence and associated factors influencing stunting and wasting among children of ages 1 to 5 years in Nkwanta South Municipality, Ghana. *Nutrition*, 110, 111996. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.111996>

- Fauzi, A., & Yunial, A. H. (2022). Optimasi Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Decision Tree, K – Nearest Neighbor, dan Random Forest menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization pada Diabetes Dataset. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 8(3), 470–481. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i3.56656>
- Hidayat, M. T., & Laluma, R. H. (2022). Penerapan Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Gizi Balita. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 7(2), 64. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2022.7.2.1702>
- Islam, M. M., Rahman, M. J., Islam, M. M., Roy, D. C., Ahmed, N. A. M. F., Hussain, S., Amanullah, M., Abedin, M. M., & Maniruzzaman, M. (2022). Application of machine learning based algorithm for prediction of malnutrition among women in Bangladesh. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 3(January), 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2022.02.002>
- Matdoan, M. Y., Matdoan, U. A., & Saleh Far-Far, M. (2022). Algoritma K-Means Untuk Klasifikasi Provinsi di Indonesia Berdasarkan Paket Pelayanan Stunting. *PANRITA Journal of Science, Technology, and Arts*, 1(2), 41–46. <https://journal.dedikasi.org/pjsta>
- Nilawati, L., & Achyani, Y. E. (2019). Optimasi Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Pada Prediksi Penilaian Apartemen. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 21(2), 227–234. <https://doi.org/10.31294/p.v21i2.6159>
- Riswanto, B., Setiawan, W., Cahyo, S., Sahputro, E., & Majenang, S. K. (2023). *Sistem Pakar Diagnosa Stunting pada Balita Berbasis Website Menggunakan Metode Forward Chaining dan Metode Waterfall*. 3(2), 468–477.
- Romli, I., Pardamean, T., Butsianto, S., Wiyatno, T. N., & Mohamad, E. Bin. (2021). Naive Bayes Algorithm Implementation Based on Particle Swarm Optimization in Analyzing the Defect Product. *Journal of Physics: Conference Series*, 1845(1), 6–12. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1845/1/012020>
- Saeiful Bachri, O., Mohamad, R., & Bhakti, H. (2021). Penentuan Status Stunting pada Anak dengan Menggunakan Algoritma KNN. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, 3(2), 130–137.
- Sapriatin, B., & Sianturi, A. F. (2021). Penerapan Teorema Bayes Mendeteksi Stunting pada Balita. *Jurnal Media Informatika (JUMIN)*, 3(1), 24–37.
- Simarmata, K. B., Hartomo, K. D., & Hartomo, K. D. (2022). Analisa Rekomendasi Fitur Persetujuan Pinjaman Perusahaan Financial Technology Menggunakan Metode Random Forest. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(3), 2055–2070. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i3.2258>
- Sugiyarti, E., & Maselena, A. (2018). Sistem Pendukung Keputusan (DSS) Penyeleksian Pemilihan Penerima Beasiswa SMA N 1 Ulubelu Tanggamus Menggunakan Data Mining. *Konferensi Mahasiswa Sistem Informasi*, 6(1), 62–69.
- Sutarno, H. H., Latuconsina, R., & Dinimaharawati, A. (2021). Prediksi Stunting Pada Balita Dengan Menggunakan Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbors. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 6657–6661. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16456/16167>
- Titimeidara, M. Y., & Hadikurniawati, W. (2021). Implementasi Metode Naïve Bayes Classifier Untuk Klasifikasi Status Gizi Stunting Pada Balita. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 9(01), 54–59. <https://doi.org/10.33884/jif.v9i01.3741>
- Wahyudin, W. C., Hana, F. M., & Prihandono, A. (2023). Prediksi Stunting Pada Balita Di Rumah Sakit Kota Semarang Menggunakan Naive Bayes. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Matematika*, 32–36.
- Zeniarja, J., Widia, K., & Sani, R. R. (2020). Penerapan Algoritma Naive Bayes dan Forward Selection dalam Pengklasifikasian Status Gizi Stunting pada Puskesmas Pandanaran Semarang. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i1.2745>