

Klasifikasi Strategi Pembelajaran Evidence-Based Practices pada Autism Spectrum Disorder Menggunakan Random Forest

Classification of Evidence-Based Practices Learning Strategies in Autism Spectrum Disorder Using Random Forest

Septiana
Informatika

Universitas Amikom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
septiana0904@gmail.com

Dwi Krisbiantoro*
Sistem Informasi

Universitas Amikom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
dwikris@amikompurwokerto.ac.id*

Suliswaningsih
Informatika

Universitas Amikom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
suliswani@amikompurwokerto.ac.id

Diterima : Juni 2026
Disetujui : Juni 2026
Dipublikasi : Juli 2026

Abstrak—Pemilihan strategi *Evidence-Based Practices* bagi anak Autism Spectrum Disorder memerlukan pertimbangan terhadap profil kemampuan anak yang beragam. Penelitian ini mengembangkan model klasifikasi strategi pembelajaran *Evidence-Based Practices* menggunakan algoritma Random Forest berdasarkan dataset primer sebanyak 106 data. Fitur yang digunakan meliputi usia anak, jenis kelamin, kemampuan bicara, tingkat keparahan *Autism Spectrum Disorder*, media pembelajaran, dan kesulitan belajar bahasa. Target klasifikasi terdiri atas empat kelas, yaitu ABA, Metode Visual, PECS, dan Terapi Wicara. Evaluasi dilakukan menggunakan hold-out 80:20, Stratified 5-Fold Cross Validation, Repeated Stratified Cross Validation, ablation test, serta feature importance. Pada skenario hold-out 80:20, Random Forest memperoleh accuracy sebesar 45,45% dan F1-Macro sebesar 0,4393. Pada Stratified 5-Fold Cross Validation, model memperoleh accuracy rata-rata $38,61\% \pm 7,17\%$ dan F1-Macro $0,3803 \pm 0,0736$. Hasil repeated cross-validation menunjukkan accuracy rata-rata $34,45\% \pm 9,46\%$ dan F1-Macro $0,3332 \pm 0,0967$. Temuan ini menunjukkan bahwa Random Forest mampu membentuk klasifikasi awal, tetapi performa model masih tergolong rendah hingga sedang. Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah data yang masih terbatas, jumlah sampel per kelas yang belum besar, serta belum adanya validasi eksternal, sehingga model belum dapat digunakan sebagai sistem rekomendasi final. Penelitian ini diposisikan sebagai studi awal untuk mendukung pengembangan *Decision Support System* dalam pemilihan strategi pembelajaran *Evidence-Based Practices* pada anak *Autism Spectrum Disorder*.

Kata Kunci—*Machine Learning; Educational Recommendation; Decision Support System*

Abstract—*Selecting Evidence-Based Practices learning strategies for children with Autism Spectrum Disorder requires careful consideration of children's diverse ability profiles. This study developed a classification model for Evidence-Based Practices learning strategies using the Random Forest algorithm based on a primary dataset consisting of 106 records. The features used include child age, gender, verbal ability, Autism Spectrum Disorder severity level, learning media, and language learning*

difficulties. The classification target consists of four classes: ABA, Visual Method, PECS, and Speech Therapy. Model evaluation was conducted using an 80:20 hold-out split, Stratified 5-Fold Cross Validation, Repeated Stratified Cross Validation, ablation test, and feature importance analysis. In the 80:20 hold-out scenario, Random Forest achieved an accuracy of 45.45% and an F1-Macro score of 0.4393. In Stratified 5-Fold Cross Validation, the model obtained an average accuracy of $38.61\% \pm 7.17\%$ and an F1-Macro score of 0.3803 ± 0.0736 . The repeated cross-validation results showed an average accuracy of $34.45\% \pm 9.46\%$ and an F1-Macro score of 0.3332 ± 0.0967 . These findings indicate that Random Forest is able to form an initial classification model; however, its performance remains low to moderate. The limitations of this study lie in the limited dataset size, the relatively small number of samples per class, and the absence of external validation; therefore, the model cannot yet be used as a final recommendation system. This study is positioned as a preliminary study to support the development of a Decision Support System for selecting Evidence-Based Practices learning strategies for children with Autism Spectrum Disorder.

Keywords— *Machine Learning; Educational Recommendation; Decision Support System*

I. PENDAHULUAN

Autism Spectrum Disorder merupakan kondisi perkembangan neurologis yang memengaruhi komunikasi sosial, interaksi, perilaku, serta cara anak memproses informasi belajar. Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan kebutuhan pendidikan anak *Autism Spectrum Disorder* tidak dapat disamakan antara satu individu dan individu lain. Laporan epidemiologis terbaru menunjukkan bahwa *Autism Spectrum Disorder* masih menjadi isu global yang memerlukan layanan pendidikan dan intervensi yang adaptif, berbasis data, serta sensitif terhadap profil kemampuan anak [1]. Dalam konteks pendidikan inklusif, pemilihan strategi pembelajaran yang kurang sesuai dapat membuat proses belajar menjadi tidak optimal, terutama pada

anak yang memiliki hambatan komunikasi, keterbatasan atensi, atau kebutuhan dukungan yang tinggi.

Evidence-Based Practices menjadi landasan penting dalam penentuan intervensi dan strategi pembelajaran bagi anak *Autism Spectrum Disorder*. *Evidence-Based Practices* merujuk pada praktik yang didukung oleh bukti ilmiah dan telah digunakan untuk membantu peningkatan kemampuan komunikasi, sosial, perilaku, serta kesiapan belajar anak [2]. Sejumlah strategi seperti Applied Behavior Analysis (ABA), dukungan visual, jadwal visual, dan terapi wicara banyak digunakan karena berkaitan dengan kebutuhan komunikasi dan struktur belajar anak *Autism Spectrum Disorder* [3]. Pada penelitian ini, label strategi *Evidence-Based Practices* dibatasi pada empat kategori yang tersedia dalam data lapangan, yaitu ABA, Metode Visual, PECS dan Terapi Wicara. Keempat kategori tersebut diposisikan sebagai label strategi pembelajaran atau intervensi yang digunakan oleh responden, bukan sebagai diagnosis klinis.

Masalah utama dalam pemilihan strategi *Evidence-Based Practices* adalah adanya heterogenitas profil anak *Autism Spectrum Disorder*. Anak dengan usia, tingkat keparahan *Autism Spectrum Disorder*, kemampuan bicara, media belajar, dan kesulitan belajar bahasa yang berbeda dapat membutuhkan strategi yang berbeda pula. Dalam praktik lapangan, proses pemilihan strategi sering kali bergantung pada pengalaman guru, terapis, atau pendamping, sehingga dibutuhkan pendekatan analitis yang mampu membantu membaca pola karakteristik anak secara lebih sistematis. Machine learning berpotensi digunakan untuk mengolah data profil anak menjadi klasifikasi strategi pembelajaran awal, terutama ketika data disusun dalam bentuk atribut terstruktur.

Meskipun penelitian machine learning pada *Autism Spectrum Disorder* berkembang pesat, sebagian besar studi masih berfokus pada deteksi dini, diagnosis, atau klasifikasi status *Autism Spectrum Disorder* berdasarkan data skrining, perilaku, citra, maupun informasi medis [4]. Fokus tersebut penting, tetapi belum secara langsung menjawab kebutuhan praktis di bidang pendidikan inklusif, yaitu bagaimana karakteristik anak *Autism Spectrum Disorder* dapat dipetakan menuju strategi *Evidence-Based Practices* yang sesuai. Studi yang berkaitan dengan metode belajar atau strategi pembelajaran *Autism Spectrum Disorder* juga masih terbatas dan belum banyak menekankan validasi model pada dataset kecil, penanganan potensi ketidakseimbangan kelas, serta pemeriksaan kemungkinan kebocoran fitur [5][6].

Melalui kajian sistematis terhadap literatur yang ada, teridentifikasi lima celah penelitian utama. Pertama, penelitian sebelumnya yang menggunakan machine learning dalam konteks *Autism Spectrum Disorder* sebagian besar masih berfokus pada aspek deteksi dini, diagnosis, dan behavioral assessment *Autism Spectrum Disorder*, sebagaimana ditunjukkan oleh Cavus dkk [4]. Kedua, penelitian yang ada cenderung menggunakan fitur input berupa data skrining, informasi medis, atau latar belakang umum, sehingga belum banyak mengintegrasikan profil pembelajaran anak secara multidimensional, seperti usia, jenis kelamin, kemampuan bicara, tingkat keparahan *Autism Spectrum Disorder*, media pembelajaran, dan kesulitan belajar bahasa, sebagaimana terlihat pada penelitian Rajagopalan dkk [7]. Ketiga, kajian mengenai *Evidence-Based Practices* pada anak *Autism Spectrum Disorder* telah

banyak membahas jenis praktik berbasis bukti yang dapat digunakan dalam intervensi, tetapi belum secara eksplisit memetakan profil anak ke strategi pembelajaran *Evidence-Based Practices* tertentu menggunakan machine learning, sebagaimana terlihat pada kajian Hume dkk [1]. Keempat, penelitian yang mulai mengarah pada identifikasi metode belajar anak *Autism Spectrum Disorder* menggunakan machine learning masih terbatas dan belum secara spesifik memfokuskan klasifikasi pada strategi *Evidence-Based Practices* seperti ABA, Metode Visual, dan Terapi Wicara dengan data primer pembelajaran anak *Autism Spectrum Disorder*, sebagaimana terlihat pada penelitian Zoana dkk [5].

Berdasarkan celah tersebut, kebaruan utama penelitian ini terletak pada pengembangan model klasifikasi strategi pembelajaran *Evidence-Based Practices* bagi anak *Autism Spectrum Disorder* menggunakan profil pembelajaran multidimensional anak. Penelitian ini menerapkan algoritma Random Forest dengan parameter `class_weight='balanced'` untuk menangani potensi ketidakseimbangan kelas. Selain itu, evaluasi dilakukan menggunakan Stratified 5-Fold Cross Validation dan Repeated Stratified Cross Validation agar hasil evaluasi lebih stabil pada dataset yang masih terbatas. Penelitian ini juga menambahkan ablation test untuk memeriksa potensi kedekatan fitur media pembelajaran dengan label Metode Visual, serta analisis feature importance untuk mengidentifikasi faktor yang berkontribusi dalam pemilihan strategi pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi awal dalam bidang sistem pendukung keputusan yang mampu membantu proses pemilihan strategi pembelajaran *Evidence-Based Practices* secara lebih tepat, terukur, dan sesuai dengan kebutuhan anak *Autism Spectrum Disorder*.

TABEL 1. POSISI DAN CELAH PENELITIAN

Area Kajian	Keterbatasan Studi Terdahulu	Posisi Penelitian Ini
ML pada <i>Autism Spectrum Disorder</i> masih dominan untuk deteksi dan diagnosis.	Belum berfokus pada pemilihan strategi pembelajaran <i>Evidence-Based Practices</i> bagi anak <i>Autism Spectrum Disorder</i> .	Menggunakan ML untuk klasifikasi strategi pembelajaran <i>Evidence-Based Practices</i> anak <i>Autism Spectrum Disorder</i> .
Fitur input masih berupa data skrining, medis, atau latar belakang umum.	Belum mengintegrasikan profil pembelajaran anak secara multidimensional.	Menggunakan profil pembelajaran multidimensional anak <i>Autism Spectrum Disorder</i> .
<i>Evidence-Based Practices</i> telah banyak dikaji, tetapi belum dipetakan ke model klasifikasi strategi belajar.	Kajian <i>Evidence-Based Practices</i> masih berfokus pada jenis praktik berbasis bukti, belum pada pemetaan profil anak ke strategi tertentu.	Memetakan profil anak ke strategi <i>Evidence-Based Practices</i> : ABA, Metode Visual, PECS dan Terapi Wicara.
Penelitian ML untuk metode belajar anak <i>Autism Spectrum Disorder</i> masih terbatas.	Belum banyak penelitian yang secara spesifik menerapkan algoritma Random Forest pada data primer pembelajaran anak <i>Autism Spectrum Disorder</i> untuk klasifikasi strategi <i>Evidence-Based Practices</i> .	Menerapkan Random Forest pada data primer pembelajaran anak <i>Autism Spectrum Disorder</i> untuk mengklasifikasikan strategi pembelajaran <i>Evidence-Based Practices</i> .
Risiko data leakage dan bias evaluasi belum	pra-pemrosesan, pembagian data, dan pemilihan fitur yang tidak tepat dapat	Menggunakan pipeline pra-pemrosesan, Stratified Cross Validation,

Area Kajian	Keterbatasan Studi Terdahulu	Posisi Penelitian Ini
banyak diperhatikan.	menimbulkan bias evaluasi model.	class_weight='balanced', dan ablation test untuk mengurangi bias evaluasi.

Novelty penelitian ini tidak ditempatkan pada pengembangan algoritma baru, karena Random Forest merupakan algoritma klasik yang telah banyak digunakan. Kebaruan penelitian ini terletak pada konteks penerapan, yaitu pemetaan profil anak *Autism Spectrum Disorder* menuju klasifikasi strategi *Evidence-Based Practices* yang lebih spesifik pada ranah pendidikan inklusif. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan evaluasi yang lebih hati-hati melalui Stratified 5-Fold Cross Validation, Repeated Cross Validation, pelaporan mean dan standard deviation, serta ablation test terhadap fitur media pembelajaran. Rangkaian tersebut digunakan untuk memperkuat validitas interpretasi pada dataset kecil dan mengurangi risiko klaim yang berlebihan.

Kontribusi penelitian ini mencakup tiga hal. Pertama, penelitian menyediakan formulasi awal klasifikasi strategi *Evidence-Based Practices* pada anak *Autism Spectrum Disorder* berdasarkan profil pembelajaran yang bersifat multidimensional. Kedua, penelitian menerapkan algoritma Random Forest dengan memperhatikan potensi ketidakseimbangan kelas dan kestabilan hasil antar-fold melalui proses validasi model. Ketiga, penelitian menyajikan analisis keterbatasan secara eksplisit, termasuk ukuran dataset, jumlah sampel per kelas, dan potensi irisan fitur dengan label target. Dengan demikian, hasil penelitian tidak diarahkan sebagai sistem rekomendasi final, melainkan sebagai studi awal yang dapat menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan setelah dilakukan perluasan data dan validasi eksternal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menilai kelayakan awal algoritma Random Forest dalam mengklasifikasikan strategi *Evidence-Based Practices* pada anak *Autism Spectrum Disorder*. Evaluasi dilakukan secara proporsional dengan menempatkan cross-validation sebagai dasar utama interpretasi, sedangkan hold-out digunakan sebagai evaluasi pendukung. Melalui penguatan gap dan novelty tersebut, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi awal bagi pengembangan pendekatan berbasis machine learning dalam pemilihan strategi pembelajaran yang lebih terarah, terukur, dan sesuai dengan kebutuhan anak *Autism Spectrum Disorder*. Dalam penelitian ini, *Educational Recommendation* merujuk pada upaya memberikan rekomendasi awal mengenai strategi pembelajaran yang sesuai bagi anak *Autism Spectrum Disorder* berdasarkan profil multidimensional anak. Rekomendasi tersebut tidak dimaksudkan untuk menggantikan keputusan guru, terapis, atau ahli, melainkan sebagai bahan pertimbangan awal dalam proses pemilihan strategi pembelajaran.

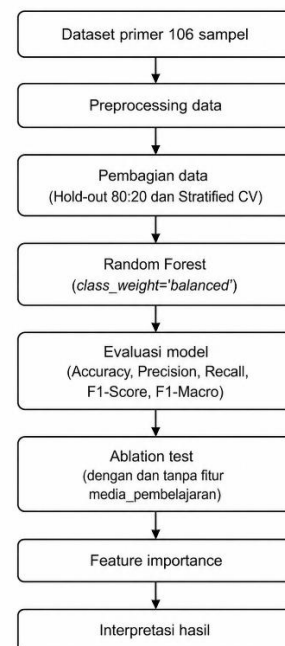
II. METODE

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen berbasis supervised learning. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset primer, pembersihan data, pra-

pemrosesan fitur, pembagian data, penanganan potensi ketidakseimbangan kelas melalui parameter class_weight='balanced', pelatihan model Random Forest, evaluasi performa, ablation test, dan analisis feature importance[8][9]. Alur tersebut disusun untuk memastikan bahwa proses pelatihan dan evaluasi dilakukan secara konsisten serta meminimalkan potensi bias akibat ukuran data yang masih terbatas [10][11].

class_weight='balanced' digunakan untuk menyesuaikan bobot kelas secara otomatis berdasarkan jumlah sampel pada setiap kelas, sehingga model Random Forest dapat memberikan perhatian yang lebih proporsional terhadap seluruh kelas target tanpa menggunakan oversampling. Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dimulai dari penggunaan dataset primer sebanyak 106 sampel, pra-pemrosesan data, pembagian data menggunakan hold-out 80:20 dan Stratified Cross Validation, serta pelatihan model Random Forest dengan parameter class_weight='balanced'. Model kemudian dievaluasi menggunakan metrik accuracy, precision, recall, F1-score, dan F1-Macro. Setelah itu, dilakukan ablation test untuk melihat pengaruh fitur media pembelajaran, dilanjutkan dengan analisis feature importance untuk mengetahui kontribusi relatif setiap fitur. Tahap akhir adalah interpretasi hasil sebagai dasar pembahasan performa model dan keterbatasan penelitian.



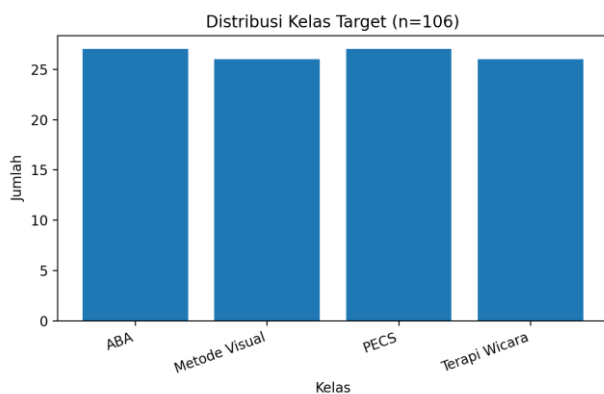
Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

B. Dataset dan kelas target

Dataset yang digunakan berasal dari formulir pengumpulan data strategi pembelajaran bahasa anak Autism Spectrum Disorder. Setelah pemeriksaan data, penghapusan kolom kosong, dan normalisasi nama kolom, diperoleh 106 sampel valid. Target klasifikasi pada dataset ini terdiri atas empat kelas strategi pembelajaran, yaitu ABA, Metode Visual, PECS, dan Terapi Wicara. Distribusi kelas relatif seimbang sehingga penelitian ini tidak menerapkan oversampling pada eksperimen utama.

TABEL 2. DESKRIPSI ATRIBUT DATASET

Atribut	Peran	Keterangan
usia anak	Input	Numerik
jenis kelamin	Input	Kategorikal
kemampuan_bicara	Input	Verbal, semi-verbal, non-verbal
tingkat_keparahan_asd	Input	Ringan, sedang, berat
media_pembelajaran	Input / ablation	Visual, audio, audiovisual
kesulitan_belajar_bahasa	Input	Kosakata, pemahaman, pelafalan
strategi_pembelajaran_bahasa	Target	ABA, Metode Visual, PECS, Terapi Wicara



Gambar 2. Distribusi kelas target

C. Pra-Pemrosesan Data dan model random forest

Pra-pemrosesan dilakukan menggunakan pipeline yang terdiri atas imputasi median untuk fitur numerik, imputasi modus untuk fitur kategorikal, serta one-hot encoding pada fitur kategorikal. Pada penelitian ini, oversampling tidak diterapkan karena distribusi kelas pada dataset 106 sampel relatif seimbang. Potensi ketidakseimbangan kelas ditangani melalui penggunaan parameter `class_weight='balanced'` pada algoritma Random Forest, sedangkan evaluasi model dilakukan menggunakan metrik F1-Macro dan Stratified Cross Validation agar performa model dapat dinilai secara lebih proporsional pada setiap kelas target. Algoritma yang digunakan adalah Random Forest dengan parameter `n_estimators=40`, `max_depth=5`, `min_samples_leaf=4`, `max_features='sqrt'`, `class_weight='balanced'`, dan `random_state=42`[12].

D. Model, Validasi, dan Ablation Test

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah Random Forest. Evaluasi dilakukan menggunakan tiga skenario, yaitu hold-out 80:20, Stratified 5-Fold Cross Validation, dan Repeated Stratified 5-Fold Cross Validation. Hasil utama ditafsirkan dari cross-validation karena jumlah data uji pada hold-out 22 sampel, sehingga hasil evaluasi lebih stabil apabila diperoleh dari beberapa pembagian data. Selain itu, ablation test dilakukan dengan menghapus fitur `media_pembelajaran` untuk menilai apakah fitur tersebut terlalu dekat dengan label Metode Visual dan berpotensi memengaruhi interpretasi hasil[13].

E. Rumus Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengetahui kemampuan Random Forest dalam mengklasifikasikan strategi *Evidence-Based Practices* pada anak Autism Spectrum Disorder. Evaluasi dilakukan berdasarkan confusion matrix yang menunjukkan perbandingan antara kelas aktual dan kelas hasil prediksi model. Melalui confusion matrix, dapat diketahui jumlah prediksi yang benar maupun prediksi yang salah pada masing-masing kelas target. Metrik yang digunakan dalam penelitian ini meliputi accuracy, precision, recall, F1-score, dan F1-Macro. Accuracy digunakan untuk mengetahui proporsi prediksi yang benar dari seluruh data yang diuji. Precision digunakan untuk melihat ketepatan model ketika memprediksi suatu kelas tertentu. Recall digunakan untuk mengetahui kemampuan model dalam mengenali data yang benar-benar termasuk ke dalam suatu kelas. F1-score digunakan untuk melihat keseimbangan antara precision dan recall [14].

Pada penelitian ini, F1-Macro digunakan sebagai metrik utama karena target klasifikasi terdiri atas empat kelas. Metrik ini menilai performa model secara lebih proporsional pada setiap kelas, sehingga evaluasi tidak hanya bergantung pada nilai akurasi. Selain metrik utama tersebut, hasil cross-validation juga dilaporkan dalam bentuk rerata dan standar deviasi. Rerata digunakan untuk menggambarkan kecenderungan performa model pada seluruh fold, sedangkan standar deviasi digunakan untuk menunjukkan tingkat kestabilan hasil antar-fold.

Evaluasi performa Random Forest dilakukan menggunakan hold-out 80:20, Stratified 5-Fold Cross Validation, dan Repeated Cross Validation. Hold-out digunakan sebagai evaluasi awal, sedangkan cross-validation digunakan sebagai dasar utama interpretasi karena jumlah sampel penelitian masih terbatas. Dengan demikian, evaluasi model tidak hanya didasarkan pada satu kali pembagian data, tetapi juga mempertimbangkan kestabilan performa model pada beberapa skenario pembagian data[15].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

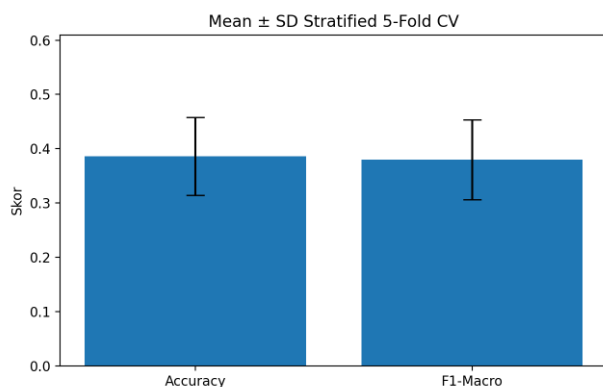
A. Hasil Evaluasi Utama

TABEL 3. HASIL EVALUASI UTAMA RANDOM FOREST

Evaluasi	Accuracy	F1-Macro
Hold-out 80:20	45,45%	0,4393
Stratified 5-Fold CV	38,61% ± 7,17%	0,3803 ± 0,0736
Repeated 5-Fold CV (10x)	34,45% ± 9,46%	0,3332 ± 0,0967

TABEL 4. CONFUSION MATRIX HOLD-OUT 80:20

Aktual/Prediksi	ABA	Metode Visual	PECS	Terapi Wicara
ABA	4	1	0	1
Metode Visual	2	2	1	0
PECS	1	3	1	1
Terapi Wicara	1	0	1	3



Gambar 3. Perbandingan mean dan standard deviation pada 5-Fold CV

B. Ablation Test

Ablation test dilakukan untuk mengetahui pengaruh fitur media_pembelajaran terhadap performa Random Forest. Pengujian membandingkan skenario fitur lengkap dengan skenario tanpa fitur media_pembelajaran.

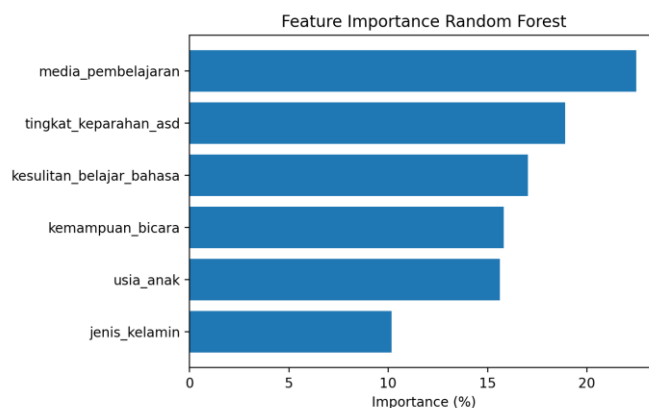
TABEL 5. ABLATION TEST FITUR MEDIA PEMBELAJARAN

Skenario Fitur	Accuracy CV	SD Accuracy	F1-Macro CV	SD F1-Macro
Dengan media pembelajaran	38.61%	7.17%	0.3803	0.0736
Tanpa media pembelajaran	27.32%	4.32%	0.2662	0.0533

Hasil ablation test menunjukkan bahwa penggunaan fitur media_pembelajaran menghasilkan performa lebih tinggi dibandingkan skenario tanpa media. Nilai F1-Macro CV menurun dari 0,3803 menjadi 0,2662 ketika fitur tersebut dihapus. Temuan ini menunjukkan bahwa fitur media_pembelajaran berkontribusi terhadap performa model Random Forest dalam mengklasifikasikan strategi pembelajaran EBP pada anak *Autism Spectrum Disorder*. Namun, hasil ini tetap perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena fitur media_pembelajaran memiliki kedekatan konseptual dengan kelas Metode Visual, sehingga berpotensi memengaruhi interpretasi model.

C. Feature Importance

Feature importance pada Random Forest digunakan sebagai interpretasi pendukung, bukan sebagai pembuktian hubungan kausal. Hasil analisis menunjukkan bahwa usia anak, tingkat keparahan *Autism Spectrum Disorder*, kemampuan bicara, dan kesulitan belajar bahasa memiliki kontribusi relatif dalam proses klasifikasi. Namun, karena dataset masih kecil, urutan pentingnya fitur dapat berubah ketika jumlah data bertambah atau ketika komposisi kelas menjadi lebih seimbang.



Gambar 4. Feature importance Random Forest pada fitur lengkap

Hasil *feature importance* menunjukkan bahwa media_pembelajaran, tingkat_keparahan_asd, kesulitan_belajar_bahasa, kemampuan_bicara, usia_anak, dan jenis_kelamin memberikan kontribusi terhadap klasifikasi strategi pembelajaran. Feature importance tidak dapat ditafsirkan sebagai hubungan sebab-akibat, melainkan hanya menunjukkan kontribusi relatif fitur dalam model Random Forest berdasarkan dataset yang digunakan.

D. Interpretasi Rumus dan Hasil Evaluasi

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa performa Random Forest masih berada pada kategori rendah hingga sedang. Model belum mampu menghasilkan performa yang optimal karena jumlah sampel per kelas masih terbatas dan validasi eksternal belum dilakukan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu ditafsirkan secara hati-hati sebagai temuan awal, bukan sebagai bukti final yang dapat digeneralisasi secara luas.

Nilai F1-Macro menjadi metrik penting dalam penelitian ini karena target klasifikasi terdiri atas empat kelas. Metrik ini digunakan untuk menilai performa model secara lebih proporsional pada setiap kelas target, sehingga evaluasi tidak hanya bergantung pada nilai akurasi keseluruhan.

Berdasarkan hasil tersebut, model klasifikasi Random Forest yang dikembangkan dapat digunakan sebagai dasar awal dalam pengembangan sistem pendukung keputusan atau *Decision Support System* untuk pemilihan strategi pembelajaran anak *Autism Spectrum Disorder*. Namun, model belum dapat digunakan sebagai sistem rekomendasi final karena performanya masih terbatas, jumlah data masih terbatas, dan validasi eksternal belum dilakukan.

E. Pembahasan Keterbatasan

Berdasarkan hasil penelitian, model klasifikasi yang dikembangkan dapat menjadi dasar awal bagi pengembangan sistem pendukung keputusan atau *Decision Support System* dalam pemilihan strategi pembelajaran anak *Autism Spectrum Disorder*. Sistem tersebut berpotensi membantu guru, terapis, dan praktisi pendidikan inklusif dalam mempertimbangkan strategi pembelajaran berdasarkan profil anak. Jumlah data per kelas masih terbatas, dan validasi eksternal belum dilakukan, sehingga hasil penelitian ini belum dapat dijadikan sebagai sistem rekomendasi final. Oleh karena itu, pengembangan *Decision Support System* memerlukan perluasan dataset, validasi pada data yang lebih beragam, serta keterlibatan ahli dalam proses interpretasi hasil agar rekomendasi yang diberikan lebih akurat, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menerapkan algoritma Random Forest untuk klasifikasi strategi *Evidence-Based Practices* pada anak Autism Spectrum Disorder menggunakan dataset sebanyak 106 sampel dengan empat kelas target, yaitu ABA, Metode Visual, PECS, dan Terapi Wicara. Pada evaluasi hold-out 80:20, model memperoleh accuracy 45.45% dan F1-Macro 0.4393. Pada Stratified 5-Fold Cross Validation, model memperoleh accuracy $38.61\% \pm 7.17\%$ dan F1-Macro 0.3803 ± 0.0736 . Repeated cross-validation menghasilkan accuracy $34.45\% \pm 9.46\%$ dan F1-Macro 0.3332 ± 0.0967 . Hasil penelitian ini masih bersifat awal (*preliminary study*) karena jumlah data relatif terbatas, jumlah sampel per kelas belum besar, dan validasi eksternal belum dilakukan. Oleh karena itu, model Random Forest belum dapat digunakan sebagai sistem rekomendasi final, tetapi dapat menjadi dasar awal dalam pengembangan *Decision Support System* untuk pemilihan strategi pembelajaran *Evidence-Based Practices* pada anak *Autism Spectrum Disorder*. Saran Penelitian Selanjutnya: Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset yang lebih besar, lebih seimbang, dan berasal dari beberapa sekolah inklusif, lembaga terapi, atau pusat layanan *Autism Spectrum Disorder* agar kemampuan generalisasi model dapat diuji secara lebih kuat. Penambahan fitur profil anak, seperti kemampuan memahami instruksi, fokus atensi, respons sensorik, kemampuan imitasi, riwayat terapi, serta durasi intervensi, juga diperlukan untuk memperkaya representasi data. Selain Random Forest, penelitian lanjutan dapat mencoba algoritma lain seperti Support Vector Machine, Logistic Regression, K-Nearest Neighbor, XGBoost, LightGBM, atau CatBoost sebagai bahan perbandingan performa model. Penggunaan metode interpretabilitas seperti SHAP atau LIME juga penting agar hasil klasifikasi lebih mudah dipahami oleh guru, terapis, dan praktisi pendidikan inklusif. Evaluasi longitudinal dapat dilakukan untuk mengetahui apakah strategi *Evidence-Based Practices* yang direkomendasikan model benar-benar berdampak terhadap perkembangan kemampuan belajar bahasa anak *Autism Spectrum Disorder*.

REFERENSI

- [1] K. Hume *et al.*, "Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism: Third Generation Review," *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 51, no. 11, pp. 4013–4032, 2021, doi: 10.1007/s10803-020-04844-2.
- [2] C. Lord *et al.*, "The Lancet Commission on the future of care and clinical research in autism," *Lancet*, vol. 399, no. 10321, pp. 271–334, 2022, doi: 10.1016/S0140-6736(21)01541-5.
- [3] M. Gitimoghaddam, N. Chichkine, L. McArthur, S. S. Sangha, and V. Symington, *Applied Behavior Analysis in Children and Youth with Autism Spectrum Disorders: A Scoping Review*, vol. 45, no. 3. Springer International Publishing, 2022. doi: 10.1007/s40614-022-00338-x.
- [4] N. Cavus *et al.*, "A systematic literature review on the application of machine-learning models in behavioral assessment of autism spectrum disorder," *J. Pers. Med.*, vol. 11, no. 4, pp. 1–16, 2021, doi: 10.3390/jpm11040299.
- [5] Z. T. Zoana, M. W. Shafeen, N. Akter, and T. Rahman, "Application of Machine Learning in Identification of Best Teaching Method for Children with Autism Spectrum Disorder," no. October, pp. 6–7, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2302.05035>
- [6] M. Garonga and R. Tanduk, "Perbandingan Algoritma Naive Bayes, Decision Tree, dan Random Forest Dalam Klasifikasi Gaya Belajar Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Toraja," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 6, pp. 1507–1514, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2023.4.6.1020>
- [7] S. S. Rajagopalan, Y. Zhang, A. Yahia, and K. Tammimies, "Machine Learning Prediction of Autism Spectrum Disorder from a Minimal Set of Medical and Background Information," *JAMA Netw. Open*, vol. 7, no. 8, pp. 1–13, 2024, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.29229.
- [8] I. Walsh *et al.*, "DOME: recommendations for supervised machine learning validation in biology," *Nat. Methods*, vol. 18, no. 10, pp. 1122–1127, 2021, doi: 10.1038/s41592-021-01205-4.
- [9] I. Hameed *et al.*, *BASED-XAI: Breaking Ablation Studies Down for Explainable Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 1. Association for Computing Machinery, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2207.05566>
- [10] R. Larracy, A. Phinyomark, and E. Scheme, "Machine Learning Model Validation for Early Stage Studies with Small Sample Sizes," *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, vol. 2021-Janua, pp. 2314–2319, 2021, doi: 10.1109/EMBC46164.2021.9629697.
- [11] D. Rajput, W. J. Wang, and C. C. Chen, "Evaluation of a decided sample size in machine learning applications," *BMC Bioinformatics*, vol. 24, no. 1, pp. 1–17, 2023, doi: 10.1186/s12859-023-05156-9.
- [12] A. Ichwani, R. I. Kesuma, A. Setiawan, and I. E. Wicaksono, "Preventing Data Leakage in Classification via Integrated Machine Learning Pipelines : Preprocessing , Feature Transformation , and Hyperparameter Tuning," vol. 7, no. 1, pp. 391–410, 2026.
- [13] O. Rainio, J. Teuho, and R. Klén, "Evaluation metrics and statistical tests for machine learning," *Sci. Rep.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-56706-x.
- [14] A. Tharwat, "Classification assessment methods," *Appl. Comput. Informatics*, vol. 17, no. 1, pp. 168–192, 2018, doi: 10.1016/j.aci.2018.08.003.
- [15] K. M. Sujon, R. Hassan, K. Choi, and M. A. Samad, "Accuracy, precision, recall, f1-score, or MCC? empirical evidence from advanced statistics, ML, and XAI for evaluating business predictive models," *J. Big Data*, vol. 12, no. 1, 2025, doi: 10.1186/s40537-025-01313-4.

