

## Perbandingan Algoritma *Boosting* Untuk Klasifikasi Gaya Belajar Siswa Sekolah Menengah Kejuruan

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v14i2.2701>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC) 

**M Khaerul Ihsan<sup>1</sup>, Dian Syafitri Chani Saputri<sup>2\*</sup>, Neny Sulistianingsih<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>Magister Ilmu Komputer, Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

<sup>2</sup>Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

\*e-mail Corresponding Author: [dian\\_syafitri@universitasbumigora.ac.id](mailto:dian_syafitri@universitasbumigora.ac.id)

### Abstract

*Education is a planned activity to improve human resources. However, based on interviews at SMKN 2 Mataram, the learning process has not been running optimally because the teaching method is not in accordance with the student learning styles. This study aims to identify students learning styles (Visual, Auditory, and Kinesthetic) using the Boosting method, namely AdaBoost, Gradient Boosting, and XGBoost. Data were obtained from questionnaires that had been tested for validity and reliability, and distributed to 203 students in grades X and XI from the TKJ, RPL, and ULW department. The dataset was divided into three schemes: 70:30, 80:20, and 90:10. The best result were obtained from XGBoost in the 70:30 scheme with an accuracy of 0.93, precision of 1.00, recall of 0.97, and f1-score of 0.97. Gradient Boosting followed with an accuracy of 0.92, while AdaBoost had the lowest accuracy of 0.80. thus, XGBoost is superior and can be used as a reference in determining learning methods according to student characteristics.*

**Keywords:** Boosting Algorithm; Classification; Learning Style; Algorithm Comparison

### Abstrak

Pendidikan merupakan aktivitas terencana untuk meningkatkan mutu sumber daya manusia. Namun, berdasarkan wawancara di SMKN 2 Mataram, proses pembelajaran belum berjalan optimal karena metode pengajaran tidak sesuai dengan gaya belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gaya belajar siswa (Visual, Auditori, dan Kinestetik) menggunakan metode *Boosting*, yaitu AdaBoost, Gradient Boosting, dan XGBoost. Data diperoleh dari kuesioner yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya, dan disebarkan kepada 203 siswa kelas X dan XI dari jurusan TKJ, RPL, dan ULW. Dataset dibagi dalam tiga skema: 70:30, 80:20, dan 90:10. Hasil terbaik diperoleh dari XGBoost pada skema 70:30 dengan akurasi 0.93, precision 1.00, recall 0.97, dan f1-score 0.97. Gradient Boosting menyusul dengan akurasi 0.92, sedangkan AdaBoost memiliki akurasi terendah sebesar 0.80. Dengan demikian, XGBoost lebih unggul dan dapat dijadikan referensi dalam menentukan metode pembelajaran sesuai karakteristik siswa.

**Kata kunci:** Algoritma Boosting; Gaya Belajar; Klasifikasi; Perbandingan Algoritma

### 1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan sebuah proses yang didesain secara sistematis bertujuan untuk meningkatkan kualitas manusia [1]. Oleh karena itu pendidikan menjadi salah satu bagian yang terpenting dalam kegiatan meningkatkan mutu manusia terhadap bangsa dan negara. Akan tetapi saat ini negara Indonesia tengah menghadapi tantangan besar di sektor pendidikan [2]. Salah satu permasalahan yang dihadapi ialah kurang optimalnya proses pembelajaran di dalam kelas yang disebabkan oleh ketidaksesuaian cara penyampaian materi oleh guru dengan karakteristik yang terdapat pada siswa [3]. Motivasi siswa belajar di kelas yang semakin menurun disebabkan oleh kesenjangan antara metode pembelajaran yang digunakan oleh guru dengan gaya belajar yang terdapat pada siswa [4]. Agar tercapainya pendidikan yang efektif, guru perlu

memperhatikan dan menyesuaikan proses pembelajaran yang sesuai dengan ragam gaya belajar yang terdapat pada siswa [5].

Gaya belajar merupakan metode yang terdapat pada seseorang dalam menyerap dan memproses informasi yang diterima [1]. Pendapat DePorter dan Hernacki gaya belajar dalam setiap individu memiliki tiga tipe utama diantaranya gaya belajar visual, auditori dan kinestetik [6]. Memahami gaya belajar siswa termasuk bagian yang terpenting bagi seorang guru [7]. Dengan mengenali gaya belajar siswa, guru dapat merancang strategi yang sesuai dengan metode pembelajaran yang digunakan, sehingga proses belajar di kelas menjadi lebih efektif dan efisien. Mengetahui ketiga gaya belajar yang terdapat pada siswa dapat membantu dalam mencapai hasil belajar yang maksimal [8].

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan kepala sekolah Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Mataram, sekolah belum mempunyai acuan atau referensi terhadap gaya belajar yang terdapat pada siswa. Selama ini metode pembelajaran yang digunakan oleh guru di SMKN 2 Mataram lebih berfokus pada gaya mengajar masing-masing, tanpa mempertimbangkan gaya belajar siswa. Guru yang stylenya ceramah lebih banyak menggunakan metode ceramah sedangkan guru yang stylenya praktik lebih banyak menggunakan metode pembelajaran praktik. Hal tersebut membuat proses pembelajaran monoton dan membuat siswa menjadi tidak termotivasi untuk belajar. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi gaya belajar yang terdapat pada siswa, sehingga guru dapat menyesuaikan metode pembelajaran yang akan digunakan di kelas agar proses belajar mengajar berjalan dengan efektif dan efisien.

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan Identifikasi gaya belajar siswa pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu menggunakan beberapa metode klasifikasi seperti SVM, Naïve Bayes dan Decision Tree C45. Namun penelitian sebelumnya belum pernah menggunakan metode *boosting* seperti AdaBoost, Gradient Boosting dan XGboost dalam mengidentifikasi gaya belajar siswa. Metode *Boosting* merupakan suatu teknik ansambel digunakan untuk meningkatkan akurasi model klasifikasi melalui penggabungan beberapa model yang lemah menjadi model yang lebih kuat [9]. Adaboost, Gradient boosting dan XGBoost merupakan bagian dari algoritma *boosting* yang populer dengan karakteristik yang beragam dan aplikasi yang unik [10]. Selain itu, penggabungan dari beberapa algoritma *boosting* menunjukkan hasil yang sangat baik dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk tugas klasifikasi dalam berbagai kasus [11].

Tujuan dari penelitian ini adalah klasifikasi gaya belajar siswa SMK menggunakan metode AdaBoost, Gradient Boosting dan XGBoost serta menemukan akurasi tertinggi dari ketiga metode yang digunakan. Kuesioner yang digunakan untuk pengumpulan data yaitu kuesioner baru yang dibuat sendiri oleh peneliti dan sudah dilakukan uji validitas dan reliabilitas menggunakan metode statistik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk sekolah sebagai pertimbangan dalam proses pembuatan kurikulum dan untuk guru sebagai acuan atau referensi dalam menentukan strategi metode pembelajaran yang akan digunakan agar sesuai dengan kebutuhan siswa sehingga proses belajar di kelas berjalan dengan efisien dan efektif.

## 2. Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang sudah dilakukan terkait dengan objek gaya belajar siswa seperti penelitian yang dilakukan oleh [12] penelitian ini mendeteksi gaya belajar siswa SMA dalam lingkup pembelajaran berbasis virtual (VBLE). Data yang digunakan hasil kuesioner yang diisi oleh siswa mengenai gaya belajar mereka dan metode yang digunakan adalah *Decision Tree C4.5* dan *Naïve Bayes*. Hasil penelitian ini menunjukkan *Naïve Bayes* memiliki akurasi yang lebih tinggi sebesar 0.98 sedangkan untuk *Decision Tree C4.5* sebesar 0.96. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh [13] penelitian ini melakukan analisis perbandingan algoritma C4.5 dan *Naïve Bayes* dalam klasifikasi kecenderungan gaya belajar. Hasil penelitian yang dilakukan algoritma *Naïve Bayes* mencapai akurasi sebesar 0.90 sementara itu algoritma C4.5 mencapai akurasi 0.79. Untuk recall, C4.5 menunjukkan nilai 0.62 untuk Visual, 0.70 auditori dan 0.79 untuk kinestetik sedangkan *Naïve Bayes* menunjukkan nilai *recall* yang lebih tinggi, yaitu 0.89 untuk visual, 0.83 auditori dan 0.87 untuk kinestetik. Algoritma C4.5 memiliki *f1-score* sebesar 0.68 untuk gaya belajar visual, 0.67 untuk auditori, dan 0.75 untuk kinestetik. Sebaliknya, algoritma *Naïve Bayes* menunjukkan kinerja yang lebih baik dengan *f1-score* sebesar 0.85 untuk visual, 0.85 untuk auditori, dan 0.90 untuk kinestetik.

Penelitian oleh [14] melakukan klasifikasi gaya belajar siswa. Penelitian menggunakan data yang terdiri dari beberapa atribut melalui kuesioner sedangkan metode yang digunakan adalah *Support Vector Machine* (SVM). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode SVM menunjukkan tingkat akurasi sebesar 0.88 dalam mengklasifikasikan gaya belajar siswa. Berikutnya penelitian dari [6] melakukan pengelompokan mahasiswa berdasarkan gaya belajar menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Hasil penelitian ini menunjukkan Algoritma *K-Means Clustering* menunjukkan akurasi yang cukup tinggi, yaitu sebesar 0.80. Kemudian penelitian oleh [15] melakukan klasifikasi gaya belajar mahasiswa. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah Algoritma C4.5. model yang dibangun dengan algoritma C4.5 dalam penelitian ini mencapai tingkat akurasi sebesar 0.95.

Berdasarkan dari beberapa studi literatur yang sudah dipaparkan di atas bahwa dalam mengidentifikasi gaya belajar siswa, pada penelitian sebelumnya belum pernah menggunakan Algoritma Boosting seperti AdaBoost, Gradient Boosting dan XGBoost. Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan menggunakan beberapa algoritma *boosting* untuk mengidentifikasi gaya belajar siswa.

### 3. Metodologi

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei. Penelitian kuantitatif merupakan pendekatan yang menggunakan data dalam bentuk angka sebagai alat untuk menganalisis informasi terkait dengan hal yang ingin diteliti [16]. Sedangkan metode survei merupakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang menggunakan data numerik untuk menganalisis tren, sikap, atau opini dalam suatu populasi dengan meneliti sampel yang mewakili populasi tersebut [17]. Alat yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian ini adalah kuesioner. Pada penelitian ini peneliti membuat angket kuesioner yang terkait dengan gaya belajar visual, auditori dan kinestetik. Untuk atribut visual terdiri dari 8 pertanyaan (V1-V8), auditori 8 pertanyaan (A1-18) dan kinestetik 8 pertanyaan (K1-K8) sehingga total pertanyaan ada kuesioner sebanyak 24 pertanyaan. Kuesioner pada penelitian ini menggunakan skala likert 5 pilihan yaitu, Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Netral (N), Setuju (S) dan Sangat Setuju (SS). Masing-masing pilihan jawaban di beri skor nilai yaitu STS nilai skor 1, SS nilai skor 2, N nilai skor 3, S nilai skor 4 dan SS nilai skor 5. Rancangan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

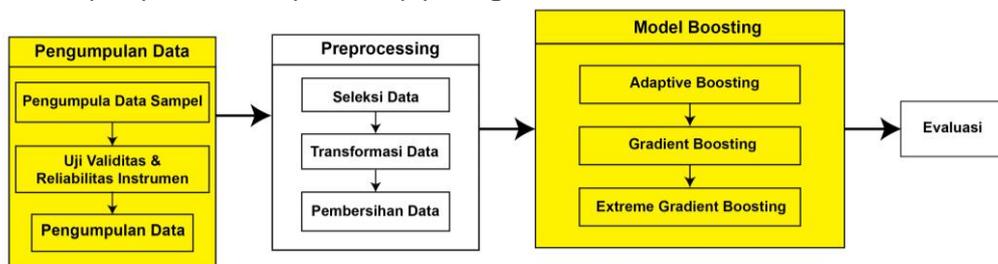
Tabel 1. Rancangan kuesioner

No	Gaya Belajar		
	Visual (V)	Auditori (A)	Kinestetik (K)
1	Apakah anda “ <b>lebih senang</b> ” jika materi disajikan dalam bentuk visual seperti gambar, grafik atau peta konsep ?	Apakah anda “ <b>lebih senang</b> ” jika materi disajikan dalam bentuk audio atau suara ?	Apakah anda “ <b>lebih senang</b> ” jika metode pembelajaran disajikan dalam bentuk praktik atau diskusi ?
2	Apakah menurut anda materi yang di ajikan dalam bentuk gambar dan grafik “ <b>paling efektif</b> ” ?	Apakah menurut anda materi yang di ajikan dalam bentuk audio atau suara “ <b>paling efektif</b> ” ?	Apakah menurut anda metode pembelajaran di sajikan dalam bentuk diskusi atau praktik “ <b>paling efektif</b> ” ?
3	Apakah materi yang disajikan dalam bentuk gambar atau diagram “ <b>Mudah di pahami</b> ” ?	Apakah materi yang disajikan dalam bentuk audio atau suara “ <b>Mudah di pahami</b> ” ?	Apakah materi yang disajikan dalam bentuk metode diskusi atau praktik “ <b>Mudah di pahami</b> ” ?
4	Jika topik pembelajaran disajikan dengan menggunakan elemen visual seperti gambar, video dan grafik apakah menurut anda “ <b>menarik</b> ” ?	Jika topik pembelajaran disajikan dengan menggunakan elemen audio atau suara apakah menurut anda “ <b>menarik</b> ” ?	Jika topik pembelajaran disajikan dengan metode diskusi atau praktik apakah menurut anda “ <b>menarik</b> ” ?

No	Gaya Belajar		
	Visual (V)	Auditori (A)	Kinestetik (K)
5	Jika materi pembelajaran disajikan dalam bentuk gambar atau grafik dapat membuat anda <b>“lebih termotivasi”</b> untuk belajar?	Jika materi pembelajaran disajikan dalam bentuk audio atau suara dapat membuat anda <b>“lebih termotivasi”</b> untuk belajar?	Jika materi pembelajaran disajikan dalam bentuk diskusi atau praktik dapat membuat anda <b>“lebih termotivasi”</b> untuk belajar?
6	Jika materi pembelajaran disajikan dalam bentuk gambar atau grafik apakah membuat anda <b>“lebih nyaman”</b> untuk belajar ?	Jika materi pembelajaran disajikan dalam bentuk audio atau suara apakah membuat anda <b>“lebih nyaman”</b> untuk belajar ?	Jika materi pembelajaran disajikan dalam bentuk diskusi atau praktik apakah membuat anda <b>“lebih nyaman”</b> untuk belajar ?
7	Apakah metode pembelajaran berbasis visual dapat memberikan <b>“pengalaman positif”</b> untuk anda belajar?	Apakah metode pembelajaran berbasis audio atau suara dapat memberikan <b>“pengalaman positif”</b> untuk anda belajar?	Apakah metode pembelajaran berbasis praktik atau diskusi dapat memberikan <b>“pengalaman positif”</b> untuk anda belajar?
8	Apakah materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk gambar, grafik dan video <b>“cepat di ingat”</b> ?	Apakah materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk audio atau suara <b>“cepat di ingat”</b> ?	Apakah materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk praktik atau diskusi <b>“cepat di ingat”</b> ?

### 3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yang dimulai dari pengumpulan data sampel selanjutnya setelah data sampel dikumpulkan dilakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen dan dilanjutkan dengan pengumpulan data berdasarkan populasi setelah kuesioner dinyatakan valid dan reliabel, tahap berikutnya dilakukan *preprocessing* dimana dalam tahapan ini dilakukan seleksi data, transformasi data dan pembersihan data, kemudian berikutnya penerapan model *boosting* dan tahap terakhir evaluasi model. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 3.3. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sampel. Dimana data sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 30 data yang peneliti peroleh secara primer. Proses pengumpulan data sampel pada penelitian ini adalah dengan cara memberikan kuesioner. Untuk mempermudah dalam proses pengumpulan data, Kuesioner dibagikan atau disebar dengan cara memberikan *barcode* yang berisi *link google form* kuesioner kepada siswa/i SMKN 2 Mataram dengan teknik *sample random sampling*. Berdasarkan pendapat dari Sugiyono (2013) menyatakan bahwa menggunakan 30 data sebagai sampel dapat meningkatkan validitas dan reliabilitas penelitian. Selain itu, jumlah tersebut juga lebih efisien dari segi waktu dan biaya, serta cocok digunakan untuk penelitian kuantitatif dengan analisis statistik yang kompleks [18].

Setelah pengumpulan data sampel dilakukan selanjutnya dilakukan Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen. Pengujian validitas dan reliabilitas pada penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa pernyataan–pernyataan dalam instrumen penelitian yang digunakan benar–

benar relevan dan menjamin bahwa data yang diperoleh akurat, dapat diandalkan dan sesuai dengan tujuan penelitian. Instrumen Kuesioner dapat dinyatakan valid jika nilai  $r$  hitung lebih besar dari  $r$  tabel ( $R_{hitung} > R_{tabel}$ ) dimana  $df=n-2$ ,  $n$  (jumlah sample) = 30, jadi  $(30-2= 28)$  dengan taraf signifikan 0,05 atau 5% [19]. Pada penelitian ini, pengujian validitas dilakukan menggunakan analisis *product moment* dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

Dimana:

- $r_{xy}$  : Koefisien korelasi antara variabel  $X$  dan  $Y$
- $N$  : Jumlah responden
- $\sum X$  : Total nilai pada tiap butir soal
- $\sum Y$  : Total nilai pada jumlah soal
- $\sum X^2$  : Total nilai kuadrat pada tiap butir soal
- $\sum Y^2$  : Total nilai jumlah soal kuadrat pada tiap butir soal

Sedangkan suatu instrument penelitian dinyatakan reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,60. [20]. Rumus yang digunakan untuk pengujian reliabilitas pada penelitian ini adalah menggunakan persamaan Alpha sebagai berikut:

$$r_{xy} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2)$$

Dimana:

- $r_{xy}$  : Reliabilitas instrumen
- $n$  : Banyaknya item pertanyaan atau soal
- $\sum \sigma_t^2$  : banyaknya skor tiap – tiap item
- $\sigma_t^2$  : Varians total

Setelah kuesioner dinyatakan valid dan reliabel tahap berikutnya yang peneliti lakukan adalah pengumpulan data berdasarkan populasi, pendapat sugiyono (2017) populasi merupakan suatu lingkungan generalisasi yang mencakup objek atau subjek dengan karakteristik dan sifat tertentu yang sudah ditentukan oleh peneliti dan dijadikan landasan dalam menarik kesimpulan [21]. Adapun Objek pada penelitian ini adalah siswa/i kelas X dan XI terdiri dari 3 jurusan yaitu RPL, TKJ dan ULW. Jurusan RPL kelas X terdiri dari 2 kelas, RPL kelas XI 3 kelas, jurusan TKJ kelas X terdiri dari 3 kelas dan TKJ kelas XI 3 kelas sedangkan untuk jurusan ULW kelas X terdiri dari 2 kelas dan kelas XI terdiri dari 2 kelas. Total data yang dikumpulkan berjumlah 203 data

### 3.4. Preprocessing

*Preprocessing* dilakukan untuk membersihkan data, mengubah dan menyusun data mentah agar siap digunakan untuk di analisis. *preprocessing* ini bertujuan untuk membuat data lebih konsisten, akurat dan lengkap [13]. Pada penelitian ini dilakukan tahap *preprocessing* yang dibului dari seleksi data, transformasi data dan pembersihan data.

#### 1) Seleksi Data

Pada tahapan ini dilakukan seleksi data berdasarkan atribut. Kolom Atribut yang tidak dibutuhkan akan dihapus seperti *timestamp*, nama, kelas dan jurusan. Sedangkan atribut yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 25 atribut terdiri dari jenis kelamin, V1-V8 atribut untuk gaya belajar visual, A1-A8 atribut gaya belajar auditori dan K1-K8 atribut untuk gaya belajar kinestetik sedangkan satu atribut dijadikan sebagai label atau kelas untuk gaya belajar terdiri dari tiga (3) kelas yaitu Visual, Auditori dan Kinestetik.

#### 2) Transformasi Data

Proses transformasi data dilakukan untuk mengubah atribut ke dalam format yang dapat dipahami oleh aplikasi atau algoritma. Pada penelitian ini nilai dari atribut yang terdiri dari teks dirubah menjadi data numerik. Masing–masing jawaban pada setiap indikator diisi

sesuai dengan nilai skala likert 1-5 sedangkan untuk kelas atau label nilai nol (0) untuk visual, satu (1) untuk Auditori dan dua (2) untuk Kinestetik.

### 3) Pembersihan Data

Tahap berikutnya dilakukan pembersihan data yang terdiri dari data duplikasi, data yang kosong dan data yang tidak konsisten, pada penelitian ini dilakukan penghapusan data apabila salah satu dari atribut ada yang kosong dan terdapat data yang tidak konsisten. Tujuan dari proses ini merupakan salah satu cara untuk Menghapus data duplikat, mengidentifikasi data yang tidak konsisten, dan memperbaiki kesalahan dalam data, seperti kesalahan ketik dan masalah lainnya supaya data siap untuk diproses.

### 3.5. Model-Model Boosting

Setelah melakukan *preprocessing* tahap berikutnya yang dilakukan adalah penerapan model. Pada tahap ini, data pelatihan dan data pengujian diproses atau dianalisis menggunakan metode yang diterapkan yaitu AdaBoost, Gradient Boosting dan XGBoost untuk menemukan akurasi yang diperoleh. Pada Tahap ini dilakukan pembagian data menjadi data *training* dan data *testing* dimana pada penelitian ini digunakan 3 ketentuan yaitu data *training* 80% data *testing* 20% (80:20), data *training* 70% data *testing* 30% (70:30) dan data *training* 90% data *testing* 10% (90:10). Ketiga metode yang digunakan akan menghasilkan *confusion matrix*. Hasil yang didapatkan dibuat dalam bentuk tabel yang akan menjadi perbandingan dalam klasifikasi gaya belajar siswa.

AdaBoost merupakan algoritma yang membentuk model kuat dengan menggabungkan beberapa model lemah secara iteratif. Setiap model berfokus pada data yang salah klasifikasi sebelumnya, dan model akhir dibentuk dari kombinasi berbobot berdasarkan akurasi masing-masing model [22]. Sedangkan Gradient Boosting merupakan salah satu teknik *machine learning* berbasis pohon keputusan (*Decision Tree*) yang merupakan bagian dari metode *Boosting* dan dapat diterapkan untuk tugas klasifikasi dan regresi, Gradient Boosting mengembangkan model dengan cara bertahap, di mana setiap model berikutnya berusaha memperbaiki kesalahan yang dihasilkan oleh model sebelumnya [23]. Sementara itu, XGBoost merupakan implementasi dari Gradient Boosting dengan menggunakan formalisasi model yang terstruktur untuk mengontrol overfitting [24]. XGBoost mengharapkan fungsi objektif yang berfungsi untuk mengevaluasi model yang dihasilkan dari data pelatihan, Fungsi tujuan memiliki dua karakteristik utama, yaitu nilai kehilangan pelatihan dan nilai regularisasi [25].

### 3.6. Evaluasi

Tahapan evaluasi dilakukan untuk pengujian performa model dengan menggunakan *confusion matrix*. Pada tahap ini, akan menghasilkan metrik evaluasi berupa *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Persamaan (3)-(6) akan digunakan untuk mengukur metrik evaluasi pada penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (5)$$

$$F1 - Score = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (6)$$

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil

#### 4.1.1. Pengumpulan Data Sampel

Data sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 30 data, dimana data diperoleh dari hasil sebaran kuesioner yang sudah diisi sebelumnya oleh siswa/i melalui *google form*. Sebelum pengujian validitas dan reliabilitas dilakukan data tersebut di unduh dalam bentuk format csv kemudian diolah terlebih dahulu menggunakan perangkat lunak Ms.excel. Data sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Sampel

No	Jenis Kelamin	V1	...	V8	Total (V)	A1	...	A8	Total (A)	K1	....	K8	Total (K)	Gaya Belajar
1	Laki - Laki	3	...	3	28	2	...	4	21	3	...	4	27	Visual
2	Laki - Laki	4	...	4	30	4	...	4	32	2	...	4	28	Auditori
3	Perempuan	3	...	3	27	3	...	3	24	3	...	3	24	Visual
4	Perempuan	3	...	1	13	3	...	3	19	1	...	1	8	Auditori
....	...	....	...	....	....	....	...	....	....	....	...	....	....	...
25	Perempuan	4	...	3	30	4	...	3	30	5	...	3	31	Kinestetik
26	Laki - Laki	3	...	4	33	3	...	3	24	3	...	5	30	Visual
27	Laki - Laki	4	...	4	32	4	...	4	25	5	...	5	37	Kinestetik
28	Perempuan	3	...	2	26	3	...	4	27	3	...	3	24	Auditori
29	Perempuan	3	...	1	16	3	...	1	12	1	...	3	22	Kinestetik
30	Perempuan	3	...	3	22	2	...	2	18	3	...	3	24	Visual

Tahapan berikutnya adalah melakukan uji validitas dan reliabilitas data sampel. Pada penelitian ini uji validitas dan reliabilitas dilakukan dengan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27. Instrumen kuesioner dapat dinyatakan valid jika nilai  $r$  hitung lebih besar dari  $r$  tabel ( $R_{hitung} > R_{tabel}$ ). Hasil uji validitas instrumen dapat dilihat pada tabel 3-5.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Instrumen Gaya Belajar Visual

Pertanyaan	$R_{hitung}$	$R_{tabel}$	Kondisi	Signifikansi	Keterangan
V1	0,727	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V2	0,690	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V3	0,592	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V4	0,860	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V5	0,809	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V6	0,685	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V7	0,840	0.361	$H > T$	0,001	Valid
V8	0,825	0.361	$H > T$	0,001	Valid

Sumber: Hasil Output IBM SPSS Statistics 27

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Instrumen Gaya Belajar Auditori

Pertanyaan	$R_{hitung}$	$R_{tabel}$	Kondisi	Signifikansi	Keterangan
A1	0,774	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A2	0,793	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A3	0,797	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A4	0,806	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A5	0,853	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A6	0,846	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A7	0,821	0.361	$H > T$	0,001	Valid
A8	0,623	0.361	$H > T$	0,001	Valid

Sumber: Hasil Output IBM SPSS Statistics 27

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Instrumen Gaya Belajar Kinestetik

Pertanyaan	$R_{hitung}$	$R_{tabel}$	Kondisi	Signifikansi	Keterangan
K1	0,843	0.361	$H > T$	0,001	Valid
K2	0,903	0.361	$H > T$	0,001	Valid
K3	0,877	0.361	$H > T$	0,001	Valid

Pertanyaan	$R_{hitung}$	$R_{tabel}$	Kondisi	Signifikansi	Keterangan
K4	0,832	0.361	$H > T$	0,001	Valid
K5	0,884	0.361	$H > T$	0,001	Valid
K6	0,786	0.361	$H > T$	0,001	Valid
K7	0,847	0.361	$H > T$	0,001	Valid
K8	0,779	0.361	$H > T$	0,001	Valid

Sumber: Hasil Output IBM SPSS Statistics 27

Berdasarkan dari tabel diatas menunjukkan hasil dari uji validitas instrumen untuk ketiga gaya belajar yang terdiri dari gaya belajar visual, auditori dan kinestetik yang sudah diolah menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27 dengan analisis korelasi pearson (*product moment*). Dilihat dari keseluruhan tabel diatas bahwa kondisi dari nilai  $R_{hitung}$  lebih besar dari  $R_{tabel}$  ( $R_{hitung} > R_{tabel}$ ) dan rata-rata nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ( $< 0,05$ ) artinya semua butir pertanyaan dari intrumen yang peneliti gunakan dinyatakan valid. Sedangkan untuk uji reliabilitas suatu instrumen dinyatakan dapat diandalkan atau reliabel apabila suatu variabel menunjukkan *Alpha Cronbach* lebih besar dari 0,6 ( $> 0,6$ ). Hasil uji reliabilitas instrumen dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Variabel	<i>Cronbach's Alpha</i>	$R_{tabel}$	<i>N of Items</i>	Keterangan
Visual	0,843	0,600	8	Reliabel
Auditori	0,903	0,600	8	Reliabel
Kinestetik	0,877	0,600	8	Reliabel

Sumber: Hasil Output IBM SPSS Statistics 27

Berdasarkan dari tabel 6 di atas yang merupakan hasil pengujian reliabilitas dari 8 item yang sudah diolah menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics, dari ketiga variabel menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,600 yaitu sebesar lebih besar dari 0,840 untuk setiap variabelnya. Maka dapat disimpulkan bahwa instrumen dinyatakan reliabel.

#### 4.1.2. Preprocessing

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari kuesioner yang sudah diisi sebelumnya oleh siswa SMKN 2 Mataram melalui *google form* dan di unduh dalam format .csv. selanjutnya dilakukan preprocessing data, tahap ini dilakukan bertujuan untuk pembersihan data, mengubah dan menyusun data mentah agar data lebih konsisten, akurat dan lengkap sehingga siap digunakan untuk dianalisis. Pada tahap ini, *preprocessing* data yang dilakukan seperti seleksi data, transformasi data dan pembersihan data.

##### 1) Seleksi data

Pada tahap ini dilakukan seleksi data dengan menghapus kolom atribut yang tidak dibutuhkan seperti *timestamp*, nama, kelas dan jurusan karna atribut tersebut tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model yang dibangun untuk klasifikasi gaya belajar siswa. Sedangkan atribut yang digunakan terdiri dari 26 atribut seperti jenis kelamin, V1-V8 atribut untuk visual, A1-A8 Auditori, K1-K8 Kinestetik dan satu atribut sebagai target atau label yaitu Gaya Belajar.

##### 2) Transformasi data

Pada tahapan ini dilakukan proses merubah data teks kedalam bentuk numerik agar bisa di baca oleh program. Variabel dari setiap attribut dirubah ke dalam bentuk data numerik. Untuk Jenis kelamin laki – laki bernilai nol dan perempuan bernilai satu, masing-masing jawaban pada setiap indikator untuk atribut gaya belajar sesuai dengan skor skali likert dan untuk label gaya belajar nilai nol untuk visual, kemudian nilai satu untuk auditori dan nilai dua untuk kinestetik. Proses transformasi data dilakukan menggunakan Google colab. Hasil tranformasi data dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Transformasi Data

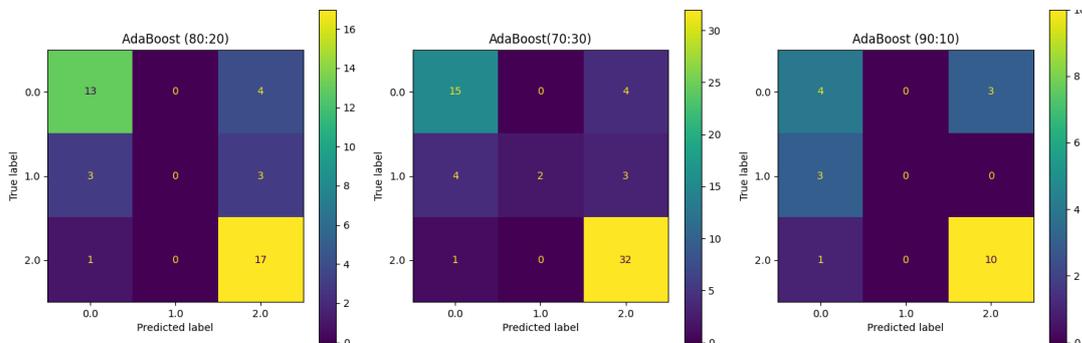
No	Jenis Kelamin	V1	V2	...	V8	A1	A2	...	A8	K1	K2	...	K8	Gaya Belajar
0	0	3	3	....	3	2	2	....	4	3	3	....	4	0
1	0	4	4	....	3	3	3	....	3	3	3	....	3	0
2	0	3	4	....	3	3	3	....	3	5	5	....	5	2
3	0	3	3	....	3	2	2	....	2	5	4	....	4	2
4	0	4	3	....	4	3	3	....	4	3	3	....	3	2
...	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
198	0	4	3	....	3	2	2	....	1	5	4	....	4	2
199	0	4	3	....	4	2	2	....	3	4	4	....	5	2
200	1	3	4	....	2	2	3	....	2	5	3	....	3	0
201	0	4	3	....	3	3	3	....	3	3	3	....	4	0
202	1	3	3	....	3	3	3	....	4	2	2	....	4	1

3) Pembersihan Data

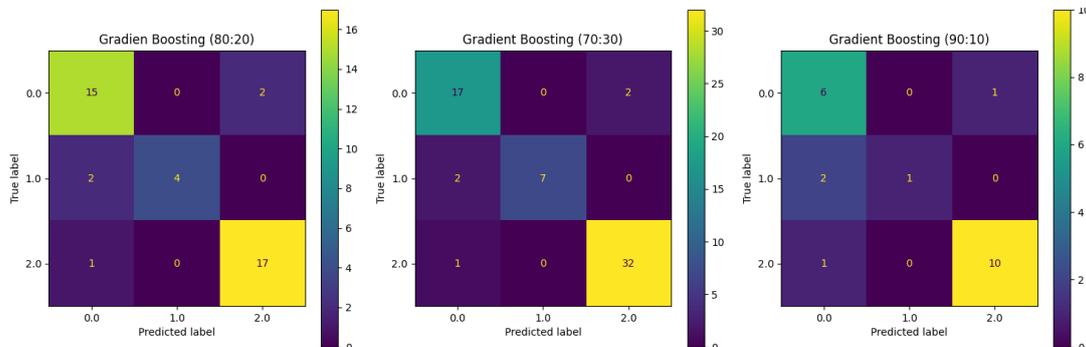
Pada tahapan ini dilakukan pembersihan data terdiri dari data duplikasi, data yang kosong yang tidak memiliki nilai atau *missing value*. Berdasarkan dari hasil *preprocessing* yang sudah dilakukan bahwa dataset menunjukkan tidak ada data yang memiliki nilai kosong atau *missing value*.

4.1.3. Penerapan Model Boosting

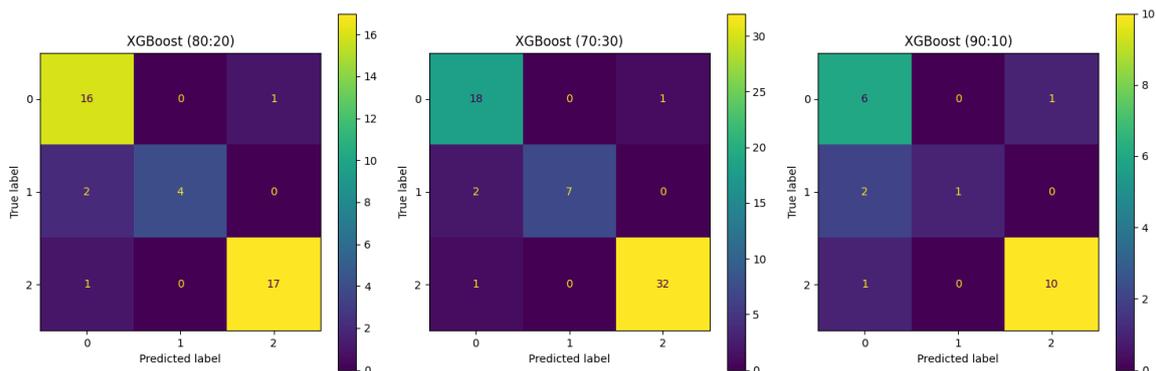
Setelah melalui tahap *preprocessing* data selanjutnya akan dilakukan penerapan model *boosting* menggunakan 3 metode yaitu AdaBoost, Gradient Boosting dan XGBoost untuk menemukan akurasi yang diperoleh. Dalam pengujian metode, dataset diolah menggunakan google colab. Pada tahap ini dataset dibagi menjadi dua bagian terdiri dari data *training* dimana pada penelitian ini digunakan 3 ketentuan yaitu data *training* 80% data *testing* 20% (80:20), data *training* 70% data *testing* 30% (70:30) dan data *training* 90% data *testing* 10% (90:10). Ketiga metode yang digunakan akan dievaluasi menggunakan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Hasil klasifikasi dari ketiga metode dapat dilihat pada gambar 2-4.



Gambar 2. Confusion matrix untuk metode AdaBoost



Gambar 3. Confusion matrix untuk metode Gradient Boosting



Gambar 4. Confusion matrix untuk metode XGBoost

Hasil perbandingan dari pengujian metode AdaBoost, Gradient Boosting dan XGBoost dengan tiga skema dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Metode

Split Data	Metode	Accuracy	Precision			Recall			F1-score		
			V	A	K	V	A	K	V	A	K
70:30	ADaBoost	0.80	0.75	1.00	0.82	0.79	0.22	0.97	0.77	0.36	0.89
	GradientBoost	0.92	0.85	1.00	0.94	0.89	0.78	0.97	0.87	0.88	0.96
	XGBoost	0.93	0.86	1.00	0.97	0.95	0.78	0.97	0.90	0.88	0.97
80:20	ADaBoost	0.73	0.76	0.00	0.71	0.76	0.00	0.94	0.76	0.00	0.81
	GradientBoost	0.88	0.83	1.00	0.89	0.88	0.67	0.94	0.86	0.80	0.92
	XGBoost	0.90	0.84	1.00	0.94	0.94	0.67	0.94	0.89	0.80	0.94
90:10	ADaBoost	0.67	0.50	0.00	0.77	0.57	0.00	0.91	0.53	0.00	0.83
	GradientBoost	0.76	0.62	1.00	0.83	0.71	0.33	0.91	0.67	0.50	0.87
	XGBoost	0.81	0.67	1.00	0.91	0.86	0.33	0.91	0.75	0.50	0.91

#### 4.2. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 8, hasil pengujian terhadap tiga metode *Boosting* (AdaBoost, Gradient Boosting, dan XGBoost) menunjukkan bahwa XGBoost memberikan performa terbaik dalam klasifikasi gaya belajar siswa SMK, terutama pada skenario pembagian data 70:30 dengan akurasi mencapai 0.93. Pada skenario ini, XGBoost menunjukkan nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang tinggi di semua kelas, khususnya kelas Auditori (*precision* 1.00, *recall* 0.97, *f1-score* 0.97). berikutnya di susul oleh Gradient Boosting dengan tingkat akurasi 0.92, sedangkan AdaBoost memiliki performa terendah dengan akurasi 0.80. Selain itu, pembagian data memengaruhi kinerja model, di mana skenario 70:30 menghasilkan hasil terbaik, dan skenario 90:10 menunjukkan penurunan kinerja di semua metode. Secara keseluruhan, XGBoost terbukti lebih stabil dan unggul dibandingkan dengan AdaBoost dan Gradient Bosting. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [26] yang melakukan komparasi berbagai metode klasifikasi dalam memprediksi kualitas air dan algoritma Boosting khususnya AdaBoost, Gradient Boosting dan XGBoost memiliki performa yang lebih baik dari algoritma lainnya. Hasil penelitian ini juga memperkuat penelitian yang pernah dilakukan oleh [25][27][28] melakukan perbandingan dalam klasifikasi berbagai kasus seperti deteksi kecurangan, klasifikasi nasabah bank dan klasifikasi genre musik, algoritma XGBoost memiliki tingkat akurasi tertinggi dari algoritma yang lainnya.

#### 5. Simpulan

Berdasarkan dari beberapa serangkaian tahapan penelitian yang sudah dilakukan, dapat di Tarik kesimpulan bahwa metode XGBoost memperoleh akurasi tertinggi pada skema pembagian data latihan 70 dan data uji 30. Dengan demikian metode XGBoost lebih baik dibandingkan GrdientBoost dan ADaBoost dalam klasifikasi gaya belajar siswa smk khususnya pada dataset yang digunakan pada penelitian ini karena memiliki nilai akurasi paling tinggi serta

konsisten sehingga dapat dijadikan sebagai acuan atau referensi oleh sekolah atau guru dalam menentukan metode pembelajaran yang digunakan agar sesuai dengan karakteristik yang terdapat pada siswa.

Saran untuk penelitian di masa depan adalah agar dapat meningkatkan nilai akurasi yang lebih tinggi lagi dari ketiga metode yang digunakan pada penelitian saat ini dengan teknik hyperparameter tuning, karena penelitian ini tidak menerapkan hyperparameter tuning untuk meningkatkan akurasi model. Selain itu dapat menambahkan jumlah dataset yang lebih banyak agar proses pengklasifikasian yang dilakukan dapat memberikan hasil yang lebih akurat.

#### Daftar Referensi

- [1] U. Minasari and R. Susanti, "Penerapan Model Problem Based Learning Berbasis Berdiferensiasi berdasarkan Gaya Belajar Peserta Didik pada Pelajaran Biologi," *Ideguru J. Karya Ilm. Guru*, vol. 8, no. 2, pp. 282–287, 2023, doi: 10.51169/ideguru.v8i2.543.
- [2] S. I. E. Tambun, G. Sirait, and J. Simamora, "Analisis Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Mencakup Bab Iv Pasal 5 Mengenai Hak Dan Kewajiban Warga Negara, Orang Tua Dan Pemerintah," *Visi Sos. dan Hum.*, vol. 1, no. 1, pp. 82–88, 2020.
- [3] R. Yuditya Andiansah and N. Amalia, "Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar Analisis Faktor Penyebab Kurang Optimalnya Hasil Belajar Peserta Didik di Sekolah Dasar Negeri 1 Sobokerto, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah," *J. Inov. Pendidik. dan Pembelajaran Sekol. Dasar*, vol. 8, no. 1, pp. 135–145, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jippsd/indexDOI:https://doi.org/10.24036/jippsd.v8i1>
- [4] R. Hidayati, M. Triyanto, A. Sulastri, and M. Husni, "Faktor Penyebab Menurunnya Motivasi Belajar Siswa Kelas IV SDN 1 Peresak," *J. Educ. FKIP UNMA*, vol. 8, no. 3, pp. 1153–1160, 2022, doi: 10.31949/educatio.v8i3.3223.
- [5] D. Susilowati *et al.*, "Do Computational Thinking and Self Regulated Learning Affect Computer Programming Problem Solving Skills?: An Experimental Study Jurnal Kependidikan: Do Computational Thinking and Self Regulated Learning Affect Computer Programming Problem Solving Skil," no. September, 2024, doi: 10.33394/jk.v10i3.12415.
- [6] F. Handayani, "Aplikasi Aplikasi Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering untuk Mengelompokan Mahasiswa Berdasarkan Gaya Belajar," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 12, no. 1, pp. 46–63, 2022, doi: 10.34010/jati.v12i1.6733.
- [7] A. Deri, M. Munir, and M. Nursalman, "Identifikasi Gaya Belajar Pada Siswa Baru Menggunakan Index of Learning Styles pada LMS Moodle Sesuai Felder-Silverman Learning Styles Model," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, pp. 13633–13639, 2023, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/8562%0Ahttps://jptam.org/index.php/jptam/article/download/8562/6988>
- [8] Muhammad Dasep, Risa Salsabila, and Melinda Ayu Azzahra, "Pentingnya Mengetahui Gaya Belajar Siswa Sekolah Dasar Dalam Kegiatan Pembelajaran," *J. Abdi Nusa*, vol. 3, no. 3, pp. 157–163, 2023, doi: 10.52005/abdinusa.v3i3.104.
- [9] L. Susiana, I. T. Utami, and J. Junaidi, "Penerapan Metode Boosting Pada Cart Untuk Mengklasifikasikan Korban Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Palu," *Nat. Sci. J. Sci. Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 106–109, 2019, doi: 10.22487/25411969.2019.v8.i2.13536.
- [10] S. Bharathi and N. Navaprakash, "Prediction of Indian GDP using XGBoost Compared with Adaboost," in *2024 International Conference on Advances in Data Engineering and Intelligent Computing Systems (ADICS)*, IEEE, Apr. 2024, pp. 1–4. doi: 10.1109/ADICS58448.2024.10533574.
- [11] N. Sulistianingsih and G. H. Martono, "Enhancing Predictive Models: An In-depth Analysis of Feature Selection Techniques Coupled with Boosting Algorithms," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 23, no. 2, pp. 353–364, 2024, doi: 10.30812/matrik.v23i2.3788.
- [12] A. Kisnu Darmawan and M. Makruf, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Deteksi Gaya Belajar Siswa SMA pada Virtual Based Learning Environment (VBLE) dengan Decision Tree C4.5 dan Naive Bayes," *Media Online*, vol. 3, no. 5, pp. 532–544,

- 2023, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>
- [13] A. T. Jatmiko, W. Sukmo Wardhono, and S. H. Wijoyo, "Analisis Komparasi Algoritme C4.5 dan Naïve Bayes dalam Kasus Klasifikasi Kecenderungan Gaya Belajar Visual Auditori Kinestetik (VAK)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 7, pp. 3507–3516, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [14] B. D. Pranata, U. Mahdiyah, and P. Kasih, "Pemodelan Gaya Belajar Siswa dengan Menggunakan Support Vector Machine," *Nusant. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 144–150, 2023, doi: 10.29407/noe.v6i2.20884.
- [15] H. T. Sigit, Suherman, and A. Rahmatullah, "Klasifikasi Gaya Belajar Pada Mahasiswa Menggunakan Metode Algoritma C4.5," *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 5–13, 2023, doi: 10.30656/protekinfo.v10i2.6555.
- [16] M. Abduh, T. Alawiyah, G. Apriansyah, R. A. Sirodj, and M. W. Afgani, "Survey Design: Cross Sectional dalam Penelitian Kualitatif," *J. Pendidik. Sains dan Komput.*, vol. 3, no. 01, pp. 31–39, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v3i01.1955.
- [17] R. Sitaraman, "Qualitative, Quantitative, and Mixed-Methods Research," *Microbe Mag.*, vol. 4, no. 11, pp. 485–486, 2009, doi: 10.1128/microbe.4.485.2.
- [18] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta: Bandung, 2013.
- [19] F. D. P. Anggraini, A. Aprianti, V. A. V. Setyawati, and A. A. Hartanto, "Pembelajaran Statistika Menggunakan Software SPSS untuk Uji Validitas dan Reliabilitas," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 4, pp. 6491–6504, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i4.3206.
- [20] E. Rosita, W. Hidayat, and W. Yuliani, "Uji Validitas Dan Reliabilitas Kuesioner Perilaku Prososial," *FOKUS (Kajian Bimbingan. Konseling dalam Pendidikan)*, vol. 4, no. 4, p. 279, 2021, doi: 10.22460/fokus.v4i4.7413.
- [21] J. A. Kurniawan and M. T. Nawawi, "Pengaruh Kompensasi Motivasi dan Kepuasan Kerja terhadap Kinerja Karyawan PT. Kurnia Mandiri Jaya pada Divisi Distribusi Kantor Pusat di Cirebon," *J. Manajerial Dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 3, pp. 723-732, 2020, doi: 10.24912/jmk.v2i3.9585.
- [22] S. Y. Fahrezi, A. Nugraha, A. Luthfiarta, and N. Dwi, "Optimizing Performance of AdaBoost Algorithm through Undersampling and Hyperparameter Tuning on CICIoT 2023 Dataset," pp. 175–184, 2023.
- [23] S. Emami and G. Martínez-Muñoz, "A Gradient Boosting Approach for Training Convolutional and Deep Neural Networks," *IEEE Open J. Signal Process.*, vol. 4, pp. 313–321, 2023, doi: 10.1109/OJSP.2023.3279011.
- [24] R. D. Mendrofa, M. H. Siallagan, J. Amalia, and D. P. Pakpahan, "Credit Risk Analysis With Extreme Gradient Boosting and Adaptive Boosting Algorithm," *J. Inf. Syst. Hosp. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2023, doi: 10.37823/insight.v5i1.233.
- [25] S. E. Herni Yulianti, Oni Soesanto, and Yuana Sukmawaty, "Penerapan Metode Extreme Gradient Boosting (XGBOOST) pada Klasifikasi Nasabah Kartu Kredit," *J. Math. Theory Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–26, 2022, doi: 10.31605/jomta.v4i1.1792.
- [26] M. Y. Shams, A. M. Elshewey, E. S. M. El-kenawy, A. Ibrahim, F. M. Talaat, and Z. Tarek, "Water quality prediction using machine learning models based on grid search method," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 83, no. 12, pp. 35307–35334, 2024, doi: 10.1007/s11042-023-16737-4.
- [27] A. C. Nugraha and M. I. Irawan, "Komparasi Deteksi Kecurangan pada Data Klaim Asuransi Pelayanan Kesehatan Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) dan Extreme Gradient Boosting (XGBoost)," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.12962/j23373520.v12i1.107032.
- [28] S. Lutfiani, T. H. Saragih, F. Abadi, M. R. Faisal, and D. Kartini, "Perbandingan Metode Extreme Gradient Boosting Dan Metode Decision Tree Untuk Klasifikasi Genre Musik," *J. Inform. Polinema*, vol. 9, no. 4, pp. 373–382, 2023, doi: 10.33795/jip.v9i4.1319.