

PENDEKATAN MACHINE LEARNING MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5 BERBASIS PSO DALAM ANALISA PEMAHAMAN PEMROGRAMAN WEBSITE

P.P.P.A.N.W. Fikrul Ilmi R.H. Zer¹, B. Herawan Hayadi², Abdi Rahim Damanik³

^{1,2} Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik, Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia

³ Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Riwayat artikel:

Received: 29 Juli 2022

Accepted: 8 Agustus 2022

Published: 15 Agustus 2022

Keywords:

Machine Learning;
Klasifikasi; C4.5; PSO;
Pemrograman Website

Correspondent Email:

fikrulilmizer@gmail.com

How to cite this article:

Zer, P.P.P.A.N.W.F.I.R.H., Hayadi, B.H., Damanik, A.R (2022). Pendekatan Machine Learning Menggunakan Algoritma C4.5 Berbasis PSO Dalam Analisa Pemahaman Pemrograman Berbasis Website 10(3).

© 2022 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Bahasa Pemrograman merupakan notasi-notasi yang digunakan untuk menulis sebuah program di komputer. Berdasarkan tingkat popularitasnya bahasa pemrograman PHP yang digunakan untuk membuat Website. Matakuliah pemrograman website menjadi tolak ukur mahasiswa dalam membuat website untuk digunakan pembuatan Tugas Akhir. Terdapat beberapa mahasiswa kesulitan dalam memahami pemrograman website yang mengakibatkan banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam membuat Tugas Akhir Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kemudahan, Familiar, Cara Ajar Dosen, Spesifikasi Perangkat yang dibutuhkan, dan Bentuk Pemrograman. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk melakukan mengklasifikasi pemahaman mahasiswa terhadap pemrograman website menggunakan metode C4.5 berbasis PSO dengan data sebanyak 100 sampel di AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar. Penelitian ini menghasilkan nilai akurasi data sebesar 83,00% dengan variabel Kemudahan merupakan node tertinggi. Dengan hasil penelitian ini dapat memberikan keputusan yang akan diambil oleh pihak AMIK Tunas Bangsa mengatasi permasalahan tersebut.

Abstract. Programming languages are notations used to write a program on a computer. Based on the level of popularity of the PHP programming language used to create a website. The website programming course is a benchmark for students in creating a website to be used for making Tugas Akhir. There are some students who have difficulty in understanding website programming which resulted in many students having difficulty in making Tugas Akhir. The variables used in this research are Ease, Familiarity, Lecturer Teaching Methods, Equipment Specifications needed, and Programming Forms. The purpose of this research is to classify students' understanding of website programming using the PSO-based C4.5 method with 100 samples of data at AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar. This study resulted in a data accuracy value of 83.00% with the convenience variable being the highest node in the Very Good category with a total satisfaction of 19. With the results of this study, AMIK Tunas Bangsa will make decisions to overcome these problems.

1. PENDAHULUAN

Bahasa Pemrograman merupakan notasi-notasi yang digunakan untuk menulis sebuah program di komputer [1]. Bahasa Pemrograman menjadi sebuah alat komunikasi yang

menghubungkan manusia dengan perangkat komputer [2]. Bahasa Pemrograman saat ini menjadi hal yang populer terkhususnya dalam menerapkan permasalahan manusia dalam berbagai bidang, seperti Pendidikan,

Pekerjaan, Kesehatan, dan lainnya. Bahasa pemrograman terdiri dari tiga bagian, yaitu bahasa pemrograman tingkat rendah (*low level programming language*), bahasa pemrograman tingkat menengah (*middle level programming language*), bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level programming language*). Saat ini yang paling banyak mengalami perkembangan adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi. Terkhusus bahasa pemrograman PHP yang diciptakan oleh Rasmus Lerdorf sampai sekarang menjadi bahasa pemrograman yang populer untuk membuat *Website* di kalangan masyarakat dan pendidikan perguruan tinggi.

Berdasarkan tingkat populernya bahasa pemrograman PHP yang digunakan untuk membuat *Website*. Menjadi salah satu matakuliah wajib untukitekuni di berbagai perguruan tinggi bidang ilmu komputer atau informatika. Matakuliah pemrograman website menjadi tolak ukur mahasiswa dalam membuat website untuk digunakan pembuatan Tugas Akhir. Terdapat beberapa mahasiswa kesulitan dalam memahami pemrograman *website* yang mengakibatkan banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam membuat Tugas Akhir [1] untuk topik Sistem Informasi di AMIK Tunas Bangsa. Apabila hal ini terus terjadi dan tidak ada solusi yang tepat bagi AMIK Tunas Bangsa, bukan hal yang mustahil banyak alumni mahasiswa yang tidak memiliki kemampuan pemrograman *website* karena membeli program website dalam pengerjaan Tugas Akhir. Sehingga dibutuhkan langkah-langkah strategis agar mahasiswa dapat memahami pemrograman *website*, karena dunia kerja dan industri pada Revolusi Industri 4.0 saat ini banyak membutuhkan alumni-alumni mahasiswa yang pandai pemrograman *website*. Salah satu upaya nya adalah dengan melakukan analisa klasifikasi pemahaman mahasiswa terhadap pemrograman *website*.

Oleh karena itu salah satu cara untuk mengetahui faktor utama mahasiswa yang tidak memahami pemrograman *website* adalah dengan melakukan klasifikasi faktor tertinggi kendala dalam belajar pemrograman *website* di AMIK Tunas Bangsa. Proses yang dilakukan ini tidaklah mudah, dibutuhkan tahapan-tahapan dari permasalahan tersebut, salah satunya dengan cara pendekatan *Machine Learning* [3][4] metode Klasifikasi [5]. Salah satu metode yang baik digunakan adalah

Pendekatan *Machine Learning* dengan metode C4.5 berbasis PSO, karena metode C4.5 berbasis PSO (*Particle Swarm Optimization*) dengan pendekatan *Machine Learning* ini telah banyak dan berhasil diterapkan dalam mengklasifikasi faktor tertinggi dalam permasalahan [6].

Beberapa penelitian yang menjadi rujukan penelitian ini, diantaranya penelitian yang menganalisa data siswa putus sekolah di SMK As Salam dengan menggunakan Algoritma C4.5 berbasis PSO. Dataset yang digunakan penelitian tersebut adalah data jumlah siswa putus sekolah SMK As Salam 3 tahun terakhir. Hasil penelitian ini adalah menghasilkan akurasi sebesar 92,95% dengan node tertinggi adalah Jumlah Alpa [7]. Penelitian berikutnya adalah penelitian yang menganalisa lama menghafal Al-Qur'an pada santi Ma'hadul Qur'an dengan menggunakan Algoritma C4.5 dengan PSO. *Dataset* yang digunakan penelitian tersebut adalah data lulusan santri yang berada di asrama Ma'hadul Qur'an PP Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo dari tahun 2008 sampai tahun 2015 dengan menggunakan 200 data *training* dan 20 data testing. Hasil penelitian ini adalah Algoritma C4.5 dengan PSO menghasilkan akurasi sebesar 87% [8].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis melakukan penelitian ini dengan tujuan untuk melakukan mengklasifikasi pemahaman mahasiswa terhadap pemrograman *website* menggunakan metode C4.5 berbasis PSO. Hasil dari penelitian ini diharapkan dijadikan bahan pertimbangan referensi untuk AMIK Tunas Bangsa dalam mengatasi dan mencari solusi untuk mahasiswa yang tidak memahami pemrograman *website*. Selain itu hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian selanjutnya terkait Algoritma C4.5 berbasis PSO atau objek yang diteliti.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Machine Learning

Machine Learning merupakan cabang ilmu dari Kecerdasan Buatan (*Intelligence*), menggunakan bahasa pemrograman untuk membuat komputer menjadi berperilaku cerdas seperti manusia[9]. *Machine Learning* bekerja apabila tersedia data yang digunakan analisis terhadap kumpulan data besar (*Big Data*) sehingga menemukan pola tertentu. *Machine Learning* memiliki tiga tipe, yaitu *Supervised*

Learning[10], *Unsupervised Learning*, dan *Reinforcement Learning* [11]. Penelitian ini menggunakan *Machine Learning* dengan tipe *Supervised Learning*, yaitu sistem diberikan *training data set* berupa informasi masukan dan keluaran yang diinginkan, sehingga sistem akan mempelajari berdasarkan data yang telah ada. Sistem akan mencari pola dari *data set*, kemudian pola tersebut akan dijadikan sebagai acuan untuk kumpulan data berikutnya.

2.2. Klasifikasi

Klasifikasi data adalah proses yang menemukan properti yang sama dalam sekumpulan objek dalam *database* dan mengklasifikasikannya ke dalam kelas yang berbeda sesuai dengan model klasifikasi yang ditentukan [12]. Tujuan dari klasifikasi adalah untuk menemukan model dari training set yang membedakan atribut ke dalam kategori atau kelas yang sesuai, model tersebut kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan atribut yang kelasnya belum diketahui sebelumnya [6]. Teknik klasifikasi dibagi menjadi beberapa teknik antara lain ID3, CART, dan C4.5.

2.3. Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 merupakan pengembangan dari ID3 ini dapat mengklasifikasikan data dengan metode pohon keputusan yang memiliki kelebihan dapat mengolah data numerik (*kontinyu*) dan diskret, dapat menangani nilai atribut yang hilang, menghasilkan aturan-aturan yang mudah diinterpretasikan, dan tercepat diantara algoritma-algoritma yang menggunakan memori utama di komputer [12]. Algoritma C4.5 menggunakan kriteria *gain* dalam menentukan fitur yang menjadi pemecah *node* pada pohon yang diinduksi. Berikut ini formulasi tahapan pada Algoritma pada persamaan berikut :

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i)$$

Keterangan :

- S : Himpunan Kasus
- A : Atribut
- N : Jumlah partisi atribut A
- |S_i| : Jumlah kasus pada partisi ke i
- |S| : Jumlah kasus dalam S

Sedangkan perhitungan nilai *Entropy* dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$Entropy(A) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i$$

Keterangan :

- S : Himpunan Kasus
- A : Fitur
- n : Jumlah partisi S
- p_i : Proporsi dari S_i terhadap S

Kriteria yang paling banyak digunakan sebagai pemecah dalam Algoritma C4.5 adalah *Gain Ratio* (Rasio Gain), dengan persamaan berikut :

$$RasioGain(s, j) = \frac{Gain(s, j)}{SplitInfo(s, j)}$$

Keterangan :

- Gain(s, j) : Nilai *Information Gain*
- SplitInfo(s, j) : Nilai *Splitinfo*

Dari persamaan menyatakan nilai rasio gain pada fitur ke-j. *SplitInfo*(s, j) didapat dari persamaan 4 berikut :

$$SplitInfo(s, j) = \sum_{i=1}^k p(v_i | s) \log_2 p(v_i | s)$$

Keterangan :

- s : Data yang digunakan untuk *training / testing*
- j : Atribut
- v_i : jumlah data untuk atribut ke-i

2.4. Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan teknik optimasi yang berbasis populasi yang di usulkan oleh Eberhart dan Kennedy pada tahun 1995. Metode ini terinspirasi pada perilaku sosial sekawan burung dan ikan. Dalam mencari solusi yang optimal, partikel tersebut bergerak pada arah yang terbaik sebelumnya, posisi terbaik secara global [8].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Analisis Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penelitian kuantitatif dari hasil kuesioner yang diberikan kepada mahasiswa di AMIK Tunas Bangsa

terhadap pemrograman website. Penelitian ini menggunakan 5 variabel dari data yang digunakan untuk kuesioner penelitian, variabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Kemudahan (V1),
2. Familiar (V2),
3. Cara Ajar Dosen (V3),
4. Spesifikasi Perangkat yang dibutuhkan (V4), dan
5. Bentuk Pemrograman (V5)

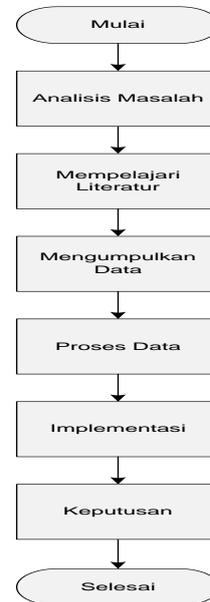
Kuesioner yang telah dilakukan selanjutnya mencari rata-rata dari faktor yang digunakan. Data yang digunakan menggunakan jenis statistik deskriptif dengan kepada mahasiswa AMIK Tunas Bangsa. Kuesioner yang diberikan menggunakan linker 5 yang terdiri dari SB (Sangat Baik), B (Baik), C (Cukup), KB (Kurang Baik), dan SKB (Sangat Kurang Baik) [13]. Berikut ini sampel data yang digunakan sebanyak 100 data yang dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Rekapitulasi Data

No	V1	V2	V3	V4	V5	Label
1	B	B	B	B	B	Paham
2	C	K	B	C	C	Tidak Paham
3	B	B	B	B	B	Paham
4	B	B	SB	C	SB	Paham
5	C	K	B	C	C	Tidak Paham
6	SB	SB	SB	SB	SB	Paham
7	C	B	B	SB	B	Paham
8	B	SB	SB	SB	SB	Paham
9	B	SB	SB	B	SB	Paham
10	B	C	B	C	B	Paham
...
91	B	B	B	B	C	Paham
92	C	K	B	C	C	Paham
93	B	B	B	B	B	Paham
94	B	B	B	B	B	Paham
95	B	B	B	B	C	Paham
96	C	K	B	C	C	Paham
97	B	B	B	B	B	Paham
98	B	B	B	B	B	Paham
99	C	C	B	C	C	Tidak Paham
100	C	C	B	B	C	Paham

3.2. Rancangan Penelitian

Rancangan atau model penelitian disajikan dalam rancangan *Flowchart* pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1. Rancangan Penelitian

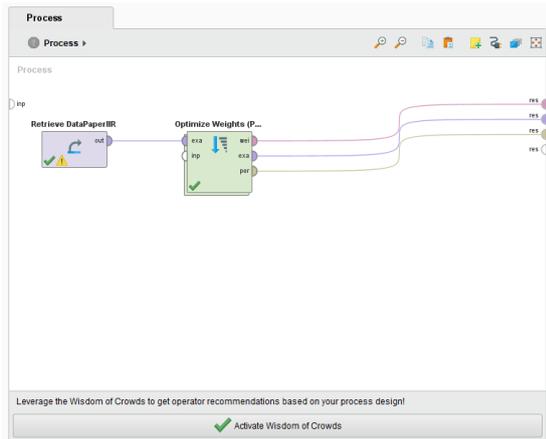
Gambar 3.1 menjelaskan rancangan penelitian yang dilakukan dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Analisis Masalah
Masalah yang terkait penelitian ini dengan pemahaman mahasiswa terhadap pemrograman *website*.
2. Mempelajari Literatur
Penelitian ini harus didasari rujukan yang digunakan untuk mendapatkan rujukan yang digunakan untuk mendapatkan informasi dalam penelitian.
3. Mengumpulkan Data
Pengumpulan data yang digunakan untuk penelitian ini adalah dengan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada mahasiswa AMIK Tunas Bangsa
4. Proses Data
Proses yang dilakukan untuk mengolah data secara konvensional menggunakan *Ms. Excell*.
5. Implementasi
Implementasi dilakukan dengan menggunakan *tools RapidMiner 5.3*.
6. Keputusan
Hasil yang diberikan oleh sistem akan ditindaklanjuti oleh pihak AMIK Tunas

Bangsa terkait pemahaman mahasiswa terhadap pemrograman *website*.

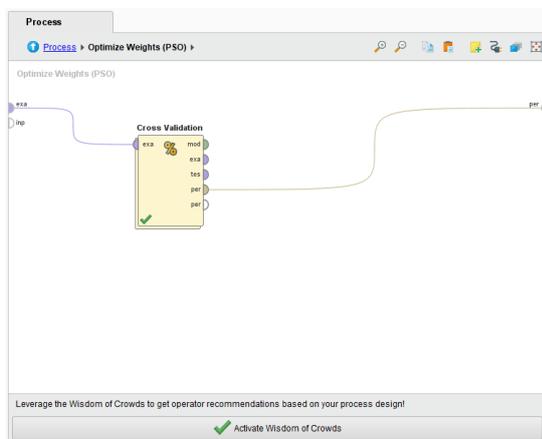
3.3. Pemodelan di *RapidMiner*

Penelitian ini melakukan pengujian terhadap data yang diolah menggunakan *tools RapidMiner* dengan metode C4.5 berbasis PSO. Pemodelan di *tools RapidMiner* dapat dilihat pada gambar 2,3 dan 4 berikut ini :



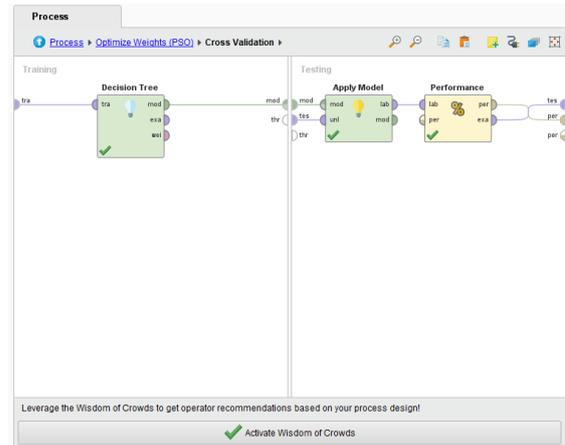
Gambar 2. Model Proses Secara Global

Dalam model tersebut terdapat 2 operator untuk menggambarkan model secara umum, yaitu operator *read excel* dan operator *optimize weights (PSO)*. Operator *read excel* berfungsi untuk penyedia data set yang akan digunakan. Sedangkan operator *optimize weights PSO* digunakan untuk model pemrosesannya. Di dalam operator *optimize weights (PSO)* terdapat operator lain, berikut dapat dilihat pada gambar 3 :



Gambar 3. Operator Validation di dalam Operator Optimize Weights (PSO)

Operator tersebut digunakan untuk jenis model klasifikasi, dimana di dalam operator tersebut terdapat beberapa operator lagi di dalamnya. *Operator Validation* ini berfungsi untuk memvalidasi hasil proses algoritma utama yang digunakan yaitu *Decision Tree*.



Gambar 4. Operator Validation di dalam Operator Optimize Weights (PSO)

Model tersebut ada di dalam *operator validation*, model ini adalah model utama yang digunakan dalam memprediksi atau mengklasifikasi data.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Grafik Hasil C4.5

Berdasarkan gambar 5 diatas dapat dilihat menampilkan model pohon keputusan yang dihasilkan. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan jika Faktor Kemudahan menjadi node tertinggi dalam penelitian ini. Terdapat hasil mahasiswa yang tidak paham dengan model sebagai berikut :

- a. Jika Faktor Kemudahan = K maka hasilnya Tidak Paham,
- b. Jika Faktor Kemudahan = C dan Faktor Familiar = K maka hasilnya Tidak Paham,
- c. Jika Faktor Kemudahan = C dan Faktor Familiar = B, maka hasilnya Tidak Paham,
- d. Jika Faktor Kemudahan = C, Faktor Familiar = C dan Faktor Spesifikasi Perangkat = C maka hasilnya Tidak Paham,
- e. Jika Faktor Kemudahan = B dan Faktor Bentuk Pemrograman = K maka hasilnya Tidak Paham,
- f. Jika Faktor Kemudahan = B, Faktor Bentuk Pemrograman = C dan Cara Ajar Dosen = C maka hasilnya Tidak Paham.

Selanjutnya hasil akurasi dari Algoritma C4.5 berbasis PSO pada *tools RapidMiner* yang dapat dilihat pada gambar 6 berikut :

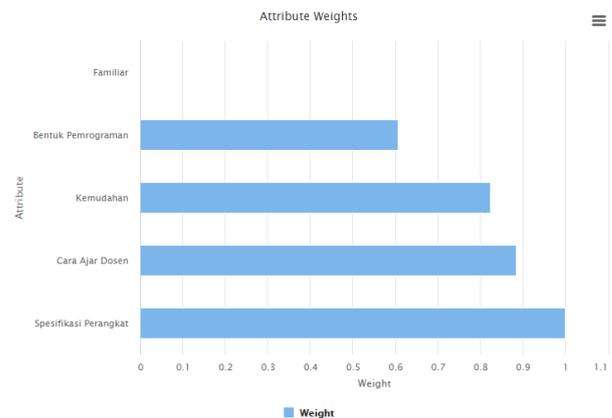
Table View Plot View

accuracy: 83.00% +/- 6.75% (micro average: 83.00%)

	true Paham	true Tidak Paham	class precision
pred. Paham	75	12	86.21%
pred. Tidak Paham	5	8	61.54%
class recall	93.75%	40.00%	

Gambar 6. Hasil Akurasi C4.5 berbasis PSO

Berdasarkan gambar 6 diatas dapat diketahui prediksi Paham dengan *true* Paham terdapat 75 item, sedangkan prediksi Paham dengan *true* Tidak Paham memiliki 12 item, sehingga prediksi Paham memiliki *class precision* sebesar 86,21 %. Sedangkan prediksi Tidak Paham dengan *true* Paham memiliki 5 item dan prediksi Tidak Paham dengan *true* Tidak Paham memiliki 8 item sehingga prediksi tersebut memiliki *class precision* sebesar 61,54% Dari hasil klasifikasi tersebut diketahui nilai akurasi dari model tersebut adalah 83,00%. Berikut ini hasil *Attribute Weights* dari PSO dapat dilihat pada gambar 7 sebagai berikut :



Gambar 7. Attribute Weights

Berdasarkan *plot* tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 1 atribut yang tidak memiliki *weight*. Atribut tersebut adalah Familiar. Dapat disimpulkan bahwa atribut Familiar tidak berpengaruh terhadap hasil yang dilakukan.

Hasil pemrosesan yang telah dilakukan dapat diketahui dengan Algoritma C4.5 berbasis PSO dengan hasil prediksi Paham dengan *true* Paham terdapat 75 item, sedangkan prediksi Paham dengan *true* Tidak Paham memiliki 12 item, sehingga prediksi Paham memiliki *class precision* sebesar 86,21 %. Sedangkan prediksi Tidak Paham dengan *true* Paham memiliki 5 item dan prediksi Tidak Paham dengan *true* Tidak Paham memiliki 8 item sehingga prediksi tersebut memiliki *class precision* sebesar 61,54% Dari hasil klasifikasi tersebut diketahui nilai akurasi dari model tersebut adalah 83,00%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penulis menarik beberapa kesimpulan diantaranya :

- a) Algoritma C4.5 berbasis PSO dengan pendekatan *Machine Learning* dapat menganalisa pemahaman terhadap pemrograman *website*.
- b) Hasil pengujian menunjukkan Algoritma C4.5 berbasis PSO menghasilkan akurasi sebesar 83,00% dengan Node tertinggi adalah Faktor Kemudahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen saya yang bernama Dr. B. Herawan Hayadi, S.Kom., M.Kom yang telah membimbing saya dalam menulis artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. P. P. A. N. . F. I. R. . Zer, D. Hartama, and S. R. Andani, "Analisa Faktor Dominan Mahasiswa Kesulitan Memahami Bahasa Pemrograman Menggunakan Metode C4.5," *Pros. Semin. Nas. Ris. Inf. Sci.*, vol. 1, no. September, p. 492, 2019.
- [2] N. A. A. P. H. Saptarini, R. A. Hidayat, and P. I. Ciptayani, "Ajarincode : Aplikasi Pembelajaran Bahasa Pemrograman Berbasis Web," *Just TI*, vol. 10, no. 2, p. 21, 2019, doi: 10.46964/justti.v10i2.106.
- [3] A. Basriadi, R. Ridwan, S. Sukardi, A. Rusmardiana, and B. H. Hayadi, "Development of Kahoot Application-Based Learning Evaluation Tool Using Smartphones in Civic Education Lessons for Class XI of Madrasah Students," *WESTECH*, no. 1, pp. 2–8, 2019.
- [4] D. Puyada, G. Ganefri, A. Ambiyar, R. E. Wulansari, and B. H. Hayadi, "Effectiveness of interactive instructional media on Electrical Circuits," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2.14 Special Issue 14, pp. 220–223, 2018.
- [5] B. H. Hayadi, Ji.-M. Kim, K. Hulliyah, and H. T. Sukmana, "Predicting Airline Passenger Satisfaction with Classification Algorithms," *IJIS Int. J. Informatics Inf. Syst.*, vol. 4, no. 1, pp. 82–94, 2021.
- [6] A. Waluyo, H. Jatnika, M. R. S. Permatasari, T. Tuslaela, I. Purnamasari, and A. P. Windarto, "Data Mining Optimization uses C4.5 Classification and Particle Swarm Optimization (PSO) in the location selection of Student Boardinghouses," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 874, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/874/1/012024.
- [7] A. Surip, M. A. Pratama, I. Ali, A. R. Dikananda, and A. I. Purnamasari, "Penerapan Machine Learning menggunakan algoritma C4.5 berbasis PSO dalam Menganalisa Data Siswa Putus Sekolah," *INFORMATICS Educ. Prof.*, vol. 5, no. 2, p. 147, 2021, doi: 10.51211/itbi.v5i2.1530.
- [8] F. Santoso, A. Syukur, and A. Z. Fanani, "Algoritma C4.5 Dengan Particle Swarm Optimization Untuk Klasifikasi Lama Menghafal Al-Quran Pada Santri Mahadul Quran," *J. Teknol. Inf.*, vol. 14, pp. 92–103, 2018.
- [9] E. Retnoningsih and R. Pramudita, "Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised dan Unsupervised Learning Menggunakan Python," *ICT J.*, vol. 7, no. 2, pp. 156–165, 2020.
- [10] Y. Irowati, R. Ridwan, A. Ambiyar, R. D. P. P. S. Permatasari, and B. H. Hayadi, "Development of Authentic Assessment in Basic Automotive Engineering Work Learning to Measure the Skills of X Grade Students of Hang Nadim Vocational High School in Batam," *WESTECH*, 2019, doi: 10.4108/eai.8-12-2018.2284008.
- [11] P. Santoso, H. Abijono, and N. L. Anggreini, "Algoritma Supervised Learning dan Unsupervised Learning Dalam Pengolahan Data," vol. 4, no. 2, pp. 315–318, 2021.
- [12] P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer, M. Wahyuni, A. Rangga, and Z. Situmorang, "Analisis model kepuasan mahasiswa terhadap cara pengajaran dosen menggunakan algoritma c4.5," *JIKO*, vol. 6, no. 1, pp. 58–64, 2022.
- [13] S. Rice, F. Rizal, A. Yulastri, P. Riswandi, and B. H. Hayadi, "Application of The SQ3R Method to Improve Learning Motivation and Ability to Read English Text Understanding of it in Vocational High School of Ibnu Sina Batam," *WESTECH*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.4108/eai.8-12-2018.2284030.