

Implementasi Algoritme *Decision Tree* (C4.5) dengan *Optimize Weights* (PSO) untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu

Sudriyanto¹, Rudi Rizaldi², M. Ainun Rofiq Hariri³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nurul Jadid, Paiton Probolinggo, Indonesia 67291

e-mail: ¹sudriyanto@unuja.ac.id, ²rudi3920rizaldi@gmail.com, ³ainunrofiq7@gmail.com

Submitted Date: January 19th, 2021

Reviewed Date: June 10th, 2021

Revised Date: June 20th, 2021

Accepted Date: July 24th, 2021

Abstract

The implementation of quality education is a requirement for higher education institutions to produce quality students. Government regulations regarding the limitation of the maximum length of lectures that students can take are intended so that the institutions involved in the educational process have careful planning in the learning process. Good planning is expected to be able to accreditation value of higher education institutions and deliver student studies so that they can graduate on time. In order to achieve these results, aspects that are so influential on the optimal value of accreditation results are needed, one of which is that students graduate on time and play an important role in determining the results of accreditation. Decision tree itself is a very simple algorithm and easy understanding, decision tree algorithm alone is enough to produce good and optimal accuracy values. Therefore, the optimization method particle swarm optimization (PSO) with its advantages can increase the level of accuracy by removing irrelevant features. The results of the study using a student dataset of class 2016 - 2017 explain that the optimization of particle swarm optimization (PSO) can produce 92.36% accuracy and increase the accuracy of 01.05%, with the decision tree method C4.5 with an accuracy rate of 91.31%. Furthermore, the T-test testing process is carried out on the decision tree algorithm C4.5 and the decision tree algorithm C4.5 optimization of particle swarm optimization (PSO) with the final result $\alpha = 0.635$ where the results are less significant, it is said to be significant if the test results are below $\alpha = 0.050$.

Keywords: Decision Tree (C4.5); Particle Swarm Optimization (PSO); Student Graduation.

Abstrak

Penyelenggaraan pendidikan yang berkualitas merupakan tuntutan bagi institusi perguruan tinggi agar dapat menghasilkan mahasiswa yang berkualitas. Aturan pemerintah tentang pembatasan maksimal lama perkuliahan yang dapat ditempuh oleh mahasiswa bertujuan agar pihak institusi yang terlibat dalam proses pendidikan memiliki perencanaan yang matang dalam proses pembelajaran. Perencanaan yang baik diharapkan mampu meningkatkan nilai akreditasi institusi perguruan tinggi serta mengantarkan studi mahasiswa sehingga dapat lulus tepat waktu. Agar tercapainya hasil tersebut diperlukan aspek yang begitu berpengaruh terhadap nilai hasil dari akreditasi yang optimal, salah satunya adalah mahasiswa lulus tepat waktu berperan penting untuk penentuan hasil akreditasi. *Decision tree* sendiri merupakan algoritma yang sangat sederhana sekali dan pemahamannya mudah sekali, dengan algoritma *decision tree* saja tidaklah cukup menghasilkan nilai akurasi yang baik dan optimal. Maka dari itu dengan metode optimasi *particle swarm optimization* (PSO) dengan kelebihan meningkatkan tingkat akurasi dengan menghapus fitur yang tidak *relevan*. Hasil dari penelitian menggunakan dataset mahasiswa angkatan 2016-2017, menjelaskan bahwasanya optimasi *particle swarm optimization* (PSO) dapat menghasilkan akurasi 92,36% dan meningkatkan hasil akurasi 01,05%, dengan metode *decision tree* C4.5 dengan tingkat akurasi 91,31%. Selanjutnya dilakukan proses pengujian *T-test* terhadap algoritma *decision tree* C4.5 dan algoritma *decision tree* C4.5 optimasi *particle swarm optimization* (PSO) dengan hasil akhir $\alpha=0,635$ di mana hasilnya kurang signifikan, dikatakan tidak signifikan karena hasil pengujiannya di atas $\alpha=0,050$.

Kata Kunci : *Decision Tree (C4.5)*; *Particle Swarm Optimization (PSO)*; Kelulusan Mahasiswa.

1 Pendahuluan

Penyelenggaraan pendidikan yang berekualitas merupakan tuntutan bagi institusi perguruan tinggi agar dapat menghasilkan lulusan mahasiswa yang berkualitas. Aturan pemerintah tentang pembatasan maksimal lama perkuliahan yang dapat ditempuh oleh mahasiswa bertujuan agar pihak institusi yang terlibat dalam proses pendidikan memiliki perencanaan yang matang dalam proses pembelajaran. Perencanaan yang baik diharapkan mampu meningkatkan nilai akreditasi instusi perguruan tinggi serta mengantarkan studi mahasiswa sehingga dapat lulus tepat waktu (Arie & Yogi, 2018).

Universitas Nurul Jadid (UNUJA) merupakan salah satu perguruan tinggi berbasis pesantren yang berlokasi di kabupaten probolinggo telah meluluskan rata-rata 1000 mahasiswa dari berbagai program studi, pada mahasiswa angkatan tahun 2016 - 2017 rata-rata mahasiswa masih banyak yang lulus tidak tepat waktu. Sehingga Peneliti menemukan masalah-masalah mahasiswa tidak lulus tepat pada waktunya yang tidak sesuai standar masa studi. Selama ini mahasiswa menganggap bahwa ketika kuliah hanya ingin mengambil ijazah sarjana saja, namun di pihak lain, perguruan tinggi menekankan kepada setiap mahasiswa harus memiliki kemampuan *soft skill* agar tidak mencoreng nama baik institusi. Selain itu mahasiswa tidak lulus tepat waktu diakibatkan faktor lainnya seperti sibuk bekerja, sibuk dalam organisasi bahkan punya problem dalam kampus, dan juga masalah kelulusan tidak tepat waktu dapat berdampak terhadap nilai hasil akreditasi ataupun kualitas institusi itu sendiri menurun serta perlunya tenaga pengajar yang lebih kompeten dan memenuhi aspek tingkat rasio dosen (Eko, Kusriani, & Sudarmawan, 2019).

Kelulusan mahasiswa bisa diprediksi mahasiswa sebelum sampai semester akhir maka dari itu dibutuhkan proses evaluasi pembelajarannya, sehingga bisa memperbaiki prestasi mahasiswa. Dan pula yang sering menjadi mahasiswa terhambat dalam kelulusan tepat pada waktu ialah masalah internal kampus itu sendiri. Penyebab masalah yang sering terjadi adalah pada rendahnya IPK, tidak penuhnya SKS dan tidak adanya prestasi mahasiswa yang dicapai (Agus, Irwansyah, Egi, andi, & Ninuk, 2020).

Dari Beberapa hasil penelitian yang dilakukan peneliti menggunakan Data Mining akan menggali serta mendapatkan model yang akan dihasilkan dari dataset yang sudah diukur dan diproses tingkat keakuratannya dengan cara membandingkan metode algoritma C4.5 dan *Chart* pada klasifikasi nilai mahasiswa menggunakan C4.5 lebih baik dengan hasil akurasi 85.61% dibandingkan chart dengan nilai akurasi 84.95% (R.M., F., & Perez-, 2008), C4.5 *Backwardd* dengan k-NN dan *Backward* dalam memprediksi hasil dari lulusan tepat waktu dengan tingkat akurasi 89.14% dan k-NN dengan *Backward* (Eko, Kusriani, & Sudarmawan, 2019), penerapan algoritmai dengan C4.5 untuk memprediksi tingkat kelulusan mhasiswa dengan berdasarkan nilai akademik dengan memperoleh nilai akurasi sebesar 47.71% (Selvia, Wendi, & Ida, 2014), Data Mining implementasi dengan metode C4.5 dalam memprediksi hasil lulusan mahasiswa dengan tingkat akurasi sebesar 87.5% (S. & D., 2014).

Algoritma *decision tree* C4.5 adalah metode yang populer dari metode lainnya dan sering digunakan oleh kalangan peneliti dan menduduki peringkat ke sepuluh (Brijesh & Saurabh, 2011). *Decision tree* dengan aturan rule-rule untuk mengklasifikasi nilai atribut ke class dengan pengklasifikasiannya sehingga menghasilkan pohon keputusan (Wu, 2009). Dengan keputusan yang rumit *desicion tree* mampu menghasilkan pohon keputusan, dan mengubah keputusan yang begitu rumit menjadi sederhana (Verry, Abdul, & Ridwansyah, 2019). Dalam kasus pengolahan data yang kecil *decision tree* sangat mudah dipahami dan dimengerti (F., 2011). Algoritma *decision tree* adalah metode di mana proses dengan hasil akhir tanpa mengurangi kualitas dengan pemakaian kriteria di setiap node (Devi, Ichsan, Jumadi, & Wildan, 2016).

Dilihat kelebihan-kelebihan model algoritma C4.5 masih diperlukannya metode untuk meningkatkan algoritmanya, di antara beberapa metode optomasi yang sudah ada, maka peneliti mengusulkan penggunaan metode untuk meningkatkan akurasi dengan optimasi *partcle swarm optimazation* (PSO). *Partcle swarm optimazation* (PSO) dengan konsep yang begitu sederhana dan implementasinya sangatlah mudah, serta konvergensi begitu cepat (Hong-qi, Hui, Chao, & Yan-fei, 2013). Terutama dalam proses

seleksi fitur yang baik secara optimal bisa diimplementasikan dengan cara mengeliminasi fitur yang tidak begitu masuk akal (Tao, Yinzhao, & Qinke, 2012). Dengan melakukan eliminasi dengan cara menghilangkan fitur - fitur yang terlalu banyak atau berlebih sehingga mampu meningkatkan nilai hasil akurasi yang lebih baik (Hongyan, Jianfang, Hao, & Lijuan, 2016).

2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini peneliti memanfaatkan algoritma *decision tree* C4.5 dengan metode optimasi *particle swarm optimization* (PSO) di mana dataset mahasiswa angkatan tahun 2016-2017 dari satu perguruan tinggi swasta Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid dengan data set sebanyak 379 data mahasiswa. Dari data set tersebut maka dilakukan uji coba dengan algoritma *decision tree* dan *decision tree* optimasi PSO. Contoh data set kelulusan mahasiswa dari Fakultas Teknik (FT) pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Dataset Kelulusan Mahasiswa

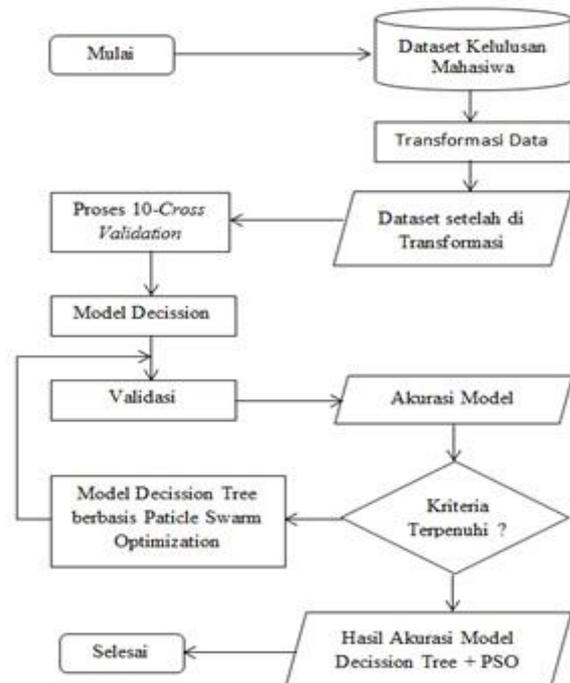
1	NAMA	JENIS KELAMIN	STATUS MAHASISWA	UMUR	STATUS NIKAH	IPS 1	IPS 2	IPS 3	IPS 4	IPS 5	IPS 6	IPS 7	IPS 8	IPS 9	STATUS KELU
2	AGUNG DUMADI	LAKI - LAKI	BEKERIA	23	BELUM MENIKAH	3,5	3,1	3,8	3,1	3,9	3,6	2,3	0	3,6	TEPAT
3	MARWAH ASAH	PEREMPUAN	MAHASISWA	27	BELUM MENIKAH	3,3	2,9	3,5	2,7	2,7	2,1	2,1	0	3	TERLAMBAT
4	MUHAMMAD ALI	LAKI - LAKI	MAHASISWA	24	BELUM MENIKAH	2,9	2,8	3,5	2,8	2,9	2,7	2,6	0	3,1	TERLAMBAT
5	DINDA RETNO ARIYAN PEREMPUAN	MAHASISWA	25	BELUM MENIKAH	2,7	2,6	3	3,1	3,4	3,1	2,7	0	3,2	TERLAMBAT	
6	IDRIS MAULANA FIKRI LAKI - LAKI	MAHASISWA	27	BELUM MENIKAH	3	2,5	3,1	2,5	2,6	2,9	2,2	1	2,9	TERLAMBAT	
7	ERVINA DWI WILAYAN PEREMPUAN	MAHASISWA	25	BELUM MENIKAH	2,8	2,5	2,6	2,6	2,3	2,8	2,7	0,8	2,9	TERLAMBAT	
8	JOKO SUSANTO	LAKI - LAKI	MAHASISWA	26	BELUM MENIKAH	3,5	3	3,3	3,2	3,1	3,3	3,5	0	3,3	TEPAT
9	GALANG MAHENDRA LAKI - LAKI	MAHASISWA	27	BELUM MENIKAH	3,1	3	3,1	2,4	3	3,4	2,9	0	3,1	TEPAT	
10	LAILATUL MUNAWAR PEREMPUAN	BEKERIA	25	BELUM MENIKAH	2,8	1,9	2,1	1,1	1,4	1,7	1,8	2,4	2,6	TERLAMBAT	
11	IMAM HANAFI	LAKI - LAKI	BEKERIA	24	BELUM MENIKAH	3,2	2,7	3,2	2,4	3	2,5	1,8	0	2,8	TEPAT
12	NOOR FARIDA PEREMPUAN	BEKERIA	26	BELUM MENIKAH	3,6	3,5	3,4	2,9	3,3	3	2,2	0	3,4	TEPAT	
13	ARIE RETNO WATI PEREMPUAN	MAHASISWA	29	BELUM MENIKAH	2,7	2,7	2,9	3,1	2,9	2,6	2,9	0,5	2,8	TEPAT	
14	SUDARSONO LAKI - LAKI	BEKERIA	27	BELUM MENIKAH	2,5	2,9	2,1	2,6	2,6	2,4	2,6	2,2	2,8	TEPAT	
15	IKA RYANI PEREMPUAN	MAHASISWA	25	BELUM MENIKAH	3,2	3,1	3,3	2,8	3,4	2,7	3,1	0	3,1	TEPAT	
16	KHOTIMATUS SAADAH PEREMPUAN	BEKERIA	24	BELUM MENIKAH	3,1	3	3,2	3,3	3,4	3,1	3,4	3	3,2	TEPAT	
17	LANI PUSPAWATI PEREMPUAN	MAHASISWA	24	BELUM MENIKAH	3	2,7	2,2	2,9	2,3	2,6	1,5	2,1	2,5	TEPAT	

Dataset pada Tabel 1 sudah dilakukan proses penghapusan data missing value, selanjutnya dilakukan proses normalisasi dan tranformasi dataset menggunakan *decision tree* (C4.5) serta *particle swarm optimzation*. Data set tersebut dilakukan uji coba menggunakan model yang sudah diusulkan proses, alur model penelitian ada pada Gambar 1.

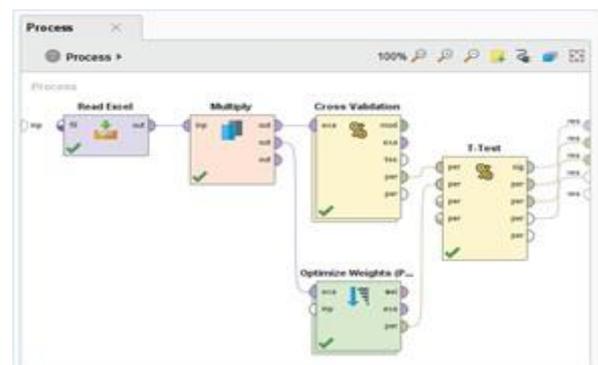
3 Hasil dan Pembahasan

Proses Desain model diimplementasikan pada Gambar 2 dengan jumlah dataset 379 kelulusan mahasiswa angkatan tahun 2016-2017 yang terdiri dari jenis_kelamin, nama mahasiswa, umur, status mahasiswa, status nikah, IPS semester 1-8, dan status kelulusan.

Dari proses penerapannya pada Gambar 2 di atas, bahwa tool yang digunakan adalah aplikasi Rapidminer dengan pengujian menggunakan *Cross Validation* dengan proses *10-fold cross validation* untuk kedua algoritma yang digunakan.



Gambar 1. Model Penelitian yang diusulkan



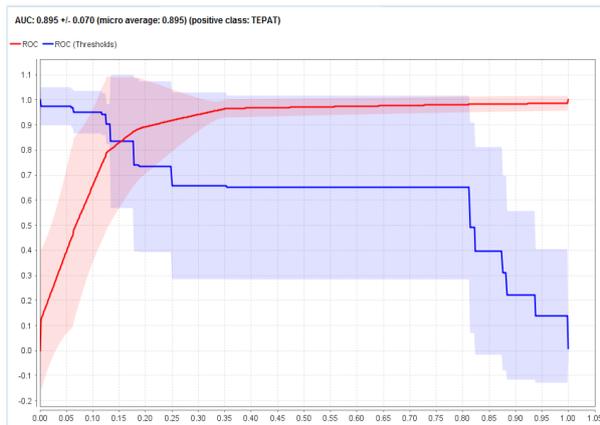
Gambar 2. Desain Implementasi proses algoritma C4.5, dengan C4.5 berbasis PSO.

Tabel 2. Hasil akurasi Algoritma *Decision Tree* C4.5

accuracy: 91.31% +/- 4.99% (micro average: 91.29%)			
	true TERLAMBA T	true TEPA T	clas precisio n
pred. TERLAMBA T	141	11	92.76%
pred. TEPA T	22	205	90.31%
class recall	86.50%	94.91 %	

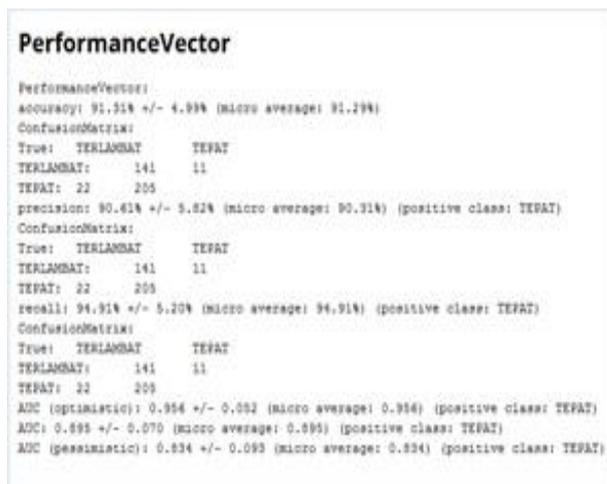
Hasil dari algoritma *decision tree* memperlihatkan bahwa tingkat akurasi sebesar 91.31%. dengan nilai *class precision* untuk prediksi terlambat sebesar 92.76%, prediksi tepat sebesar 90.31%.

Sedangkan hasil pada diagram AUC (*area under the curva*) pengolahan kurva dengan ROC (*receiever operating characteristics*) menghasilkan nilai AUC 0.895 yang dikategorikan masuk dalam kategori *Fair Classification*.



Gambar 3. Digram AUC Model *Decision Tree* C4.5

Selain tabel *Confusion Matrix* di atas, terdapat juga hasil dari *performance vector* untuk metode *decision tree* C4.5. Bisa dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. *Performance Vector* C4.5

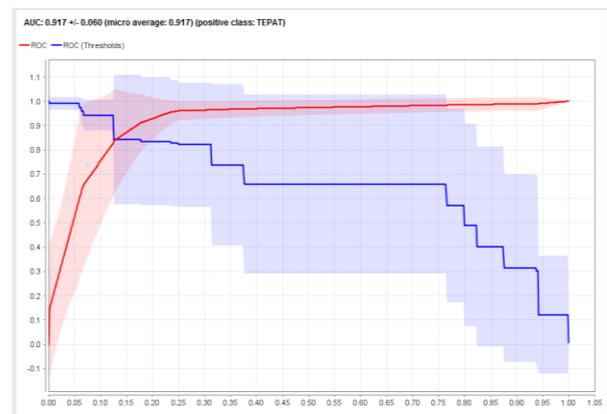
Performance vector sendiri merupakan bentuk dari deskripsi tabel hasil dari analisis. Hanya saja terdapat tambahan kappa pada *performance vector* metode *Decision Tree* ini.

Hasil dari algoritma *decision tree* berbasis PSO bahwa tingkat akurasi sebesar 92.36%. dengan *class precision* untuk prediksi terlambat sebesar 93.51%, prediksi tepat sebesar 91.56%.

Tabel 3. Hasil akurasi Algoritma *Decision Tree* C4.5 berbasis PSO

accuracy: 92.36% +/- 4.77% (micro average: 92.35%)			
	true TERLAMBAT	true TEPAT	class precision
pred. TERLAMBAT	144	10	93.51%
pred. TEPAT	19	206	91.56%
class recall	88.34%	95.37%	

Sedangkan hasil pada diagram AUC pengolahan kurva dengan ROC menghasilkan nilai AUC 0.917 yang dikategorikan masuk dalam kategori *Fair Classification*.



Gambar 5. Digram AUC dengan Model *Decision Tree* Berbasis PSO

Selain tabel *Confusion Matrix*, terdapat juga *performance vector* untuk metode *decision tree* C4.5 berbasis *particle swarm optimization* (PSO). Bisa dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.

PerformanceVector

```

PerformanceVector:
accuracy: 92.36% +/- 4.77% (micro average: 92.35%)
ConfusionMatrix:
True: TERLAMBAT TEPAT
TERLAMBAT: 144 10
TEPAT: 19 206
precision: 91.74% +/- 5.43% (micro average: 91.56%) (positive class: TEPAT)
ConfusionMatrix:
True: TERLAMBAT TEPAT
TERLAMBAT: 144 10
TEPAT: 19 206
recall: 95.37% +/- 3.58% (micro average: 95.37%) (positive class: TEPAT)
ConfusionMatrix:
True: TERLAMBAT TEPAT
TERLAMBAT: 144 10
TEPAT: 19 206
AUC (optimistic): 0.977 +/- 0.040 (micro average: 0.977) (positive class: TEPAT)
AUC: 0.917 +/- 0.060 (micro average: 0.917) (positive class: TEPAT)
AUC (pessimistic): 0.857 +/- 0.092 (micro average: 0.857) (positive class: TEPAT)
    
```

Gambar 6. Performance Vector C4.5 berbasis PSO

Dari hasil proses pemodelan berdasarkan *confusion matrix* pada Tabel 2 dan Tabel 3 di atas mendapat hasil nilai akurasi sebesar 91.31% untuk algoritma C4.5, sedangkan untuk algoritma C4.5 dengan optimasi PSO didapat nilai akurasi sebesar 92.36%

Berdasarkan hasil dari akurasi yang sudah didapat, selanjutnya dilakukan proses uji *t-test* dengan hasil uji *t-test* mendapat nilai $\alpha=0.635$ bahwasanya hasil tersebut tidaklah signifikan dikarenakan hasil *t-test* di atas melebihi $\alpha=0.050$ pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Pengujian *t-test* untuk algoritme C4.5 dengan C4.5 berbasis PSO

A	B	C
	Decision Tree (C4.5)	Decision Tree (C4.5)+PSO
Decision Tree (C4.5)		0.635
Decision Tree (C4.5) + PSO		

Berdasarkan analisis peneliti dalam pengujian masing-masing metode algoritme C4.5 dan C4.5 berbasis PSO dapat dirangkum hasil analisisnya pada tabel 5 di bawah ini.

Table 5. Perbandingan Hasil Pengujian Metode

No	Model	Akurasi	AUC
1	Decision Tree (C4.5)	91.31%	0.895
2	Decision Tree (C4.5) berbasis PSO	92.36%	0.917

4 Kesimpulan

Dengan algoritma *Particle swarm optimization* (PSO) untuk mengangkat kelemahan-kelemahan dari algoritma *decision tree* (C4.5) yang telah diusulkan pada penelitian ini dengan tujuan untuk menghasilkan suatu data kelulusan yang lebih baik dan efektif. Dari dataset kelulusan diuji dengan memanfaatkan algoritma *decision tree* (C4.5) dan *decision tree* berbasis PSO menunjukkan bahwasanya hasil dari *Decision tree* (C4.5) dengan optimasi *Particle swarm optimization* yang kinerjanya lebih efektif dari algoritma *decision tree* yang tanpa optimasi.

Algoritma *decision tree* (C4.5) menghasilkan nilai akurasi sebesar 91.31% dengan memprediksi kesalahan lulus tepat waktu 33 mahasiswa yang mana pada data tersebut bahwasanya yang semestinya mahasiswa lulus tepat waktu dinyatakan tidak lulus tepat waktu, dan begitu juga sebaliknya yang lulus tidak tepat waktu dinyatakan lulus tepat waktu.

Optimasi *Particle swarm optimization* (PSO) menghasilkan nilai akurasi sebesar 92.36% dengan memprediksi kesalahan lulus tepat waktu 29 mahasiswa yang mana pada data tersebut bahwasanya yang semestinya mahasiswa lulus tepat waktu dinyatakan tidak lulus tepat waktu, dan begitu juga sebaliknya yang lulus tidak tepat waktu dinyatakan lulus tepat waktu.

Peningkatan nilai akurasi dari hasil optimasi *particle swarm optimization* nilai persentase sebesar 1.05% serta meminimalisir kesalahan dalam memprediksi 4 mahasiswa. Pengujian dilakukan menggunakan *t-test* dan mendapatkan hasil pengujian $\alpha=0.635$, bahwasanya hasilnya tidak begitu signifikan karna dari hasil *t-test* tersebut menunjukkan nilai hasil di atas $\alpha=0.050$. Maka dari hasil uji tersebut bisa diimplementasikan oleh institusi perguruan tinggi untuk menanggulangi serta mengantisipasi permasalahan-permasalahan terkait kelulusan mahasiswa tidak tepat waktu, sehingga hasil penilaian akreditasi institusi tersebut mendapatkan nilai hasil yang lebih baik dan optimal.

5 Saran

Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya disarankan beberapa hal sebagai berikut:

- Pada penelitian yang selanjutnya disarankan Jumlah dataset yang digunakan diharapkan agar lebih diperbanyak dari dataset yang sebelumnya untuk meningkatkan akurasi

yang lebih akurat dan meningkatkan layanan akademik terkait kelulusan tepat waktu.

- b. Penelitian ini sangat perlu untuk penelitian lanjut dan disarankan menggunakan algoritma yang lain sehingga bisa memahami dari bermacam-macam algoritma yang lain.

Referensi

- Agus, B., Irwansyah, Egi, P., andi, A. P., & Ninuk, W. (2020). Komparasi Algoritma Decision Tree, Naive Bayes Dan KNearest Neighbor Untuk Memprediksi Mahasiswa Lulus Tepat Waktu. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer*, 265 - 270.
- Arie, Y. S., & Yogi, P. (2018). Penerapan Teknik Klasifikasi Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Algoritma KNearest Neighbour. *Techno.COM*, 395 - 403.
- Brijesh, K. B., & Saurabh, P. (2011). Data Mining: A prediction for performance improvement using classification. (*IJCSIS*) *International Journal of Computer Science and Information Security*.
- Devi, S., Ihsan, T., Jumadi, & Wildan, B. Z. (2016). Klasifikasi Terjemahan Ayat Al-Quran Tentang Ilmu Sains Menggunakan Algoritma Decision Tre Berbasis Mobile. (*JOIN*) *Jurnal Online Informatika*, 24 - 27.
- Eko, P., Kusriani, & Sudarmawan. (2019). Prediksi Kelulusan tpat waktu Menggunakan Metode C 45 dan K-nn. *TECHNO*, 131 - 142.
- F., G. (2011). *Data Mining: Concepts, Models and Technique*. USE.
- Hong-qi, T., Hui, L., Chao, C., & Yan-fei, L. (2013). An experimental investigaton of two Wavelet-MLP hybrid frameworks for wind speed prediction using GA and PSO optimization. *Electrical Power and Energy Systems*, 161–173.
- Hongyan, C., Jianfang, C., Hao, S., & Lijuan, J. (2016). Big Data: A Parallel Partcle Swarm Optimization-Back-Propagation Neural Network Algorithm Based MapReduce. *PLoS One*, 1 - 17.
- R.M., H., F., V., & Perez-, R. (2008). Priorities for fisheries in marine protected areaa design and management: Implicatioons for artisanal-type fisheries as found in southern Europe. *Journal forNature Conservation*, 222 - 233.
- S., H., & D., H. K. (2014). Implementasi Data Mining dengan Algoritma C4.5i untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa. *Jurnal ULTIMATICS*, 15 - 20.
- Selvia, L. B., Wendi, Z., & Ida, H. (2014). Analisis Dan Penerapann Algoritma C4.5 Dalam Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Berdasarkan Data Nilai Akademik. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)* (hal. 263 - 272). Yogyakarta: 15 November 2014.
- Tao, X., Yinzhao, C., & Qinke, P. (2012). Identifying the semantic orientation of terms using S-HAL for sentiment analysis. *Knowledge-Based Systems*, 279–289.
- Verry, R., Abdul, H., & Ridwansyah. (2019). Prediction of Student Graduation Time Using The Best Algorithm. *Indonesian Journal of Artificial Inteligence and Data Mining (IJAIMD)*, 1 - 9.
- Wu, K. (2009). *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. USE: Press CRC.