

## Analisis Performa Akademik Mahasiswa Menggunakan *Social Network Analysis*

Khoirunnisa Afandi<sup>1</sup>, M. Habibullah Arief<sup>2</sup>, Nadya Faizatul Laily<sup>3</sup>, Derik Maulana Nugroho<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Bisnis Digital, Universitas dr. Soebandi, Jember, Indonesia

e-mail: khoirunnisaafandi@uds.ac.id<sup>1</sup>, m.habibullaharief@uds.ac.id<sup>2</sup>, nadyafaizatul24@gmail.com<sup>3</sup>,  
derikmaulana08@gmail.com<sup>4</sup>

\*Penulis Korespondensi: E-mail: khoirunnisaafandi@uds.ac.id

**Abstrak:** Pendidikan dengan kualitas yang baik akan menghasilkan generasi yang cerdas dan berpotensi. Kriteria utama untuk mengukur kinerja lembaga akademik adalah tingkat kelulusan siswa atau mahasiswa. Hal tersebut memunculkan permasalahan bagaimana mengukur performa akademik mahasiswa sehingga bisa menjadi lulusan yang berkualitas. Pengukuran performa akademik dilakukan dengan mengumpulkan data mahasiswa lalu menggabungkan data tersebut dengan data kuesioner yang dibagikan ke mahasiswa mengenai pengalaman belajar mereka. Penelitian dilakukan dengan melakukan prediksi dengan *machine learning* dan analisis menggunakan *Social Network Analysis* untuk menampilkan inti jaringan yang paling berpengaruh terhadap performa akademik mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata akurasi algoritma untuk prediksi performa akademik mahasiswa adalah 0,76. Sehingga data tersebut dapat digunakan untuk prediksi performa akademik mahasiswa dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Usia, Pendidikan Orang Tua, Kota Asal dan Kesulitan dalam belajar memiliki pengaruh terhadap performa akademik mahasiswa.

**Kata Kunci:** Kegagalan Akademik; Performa Akademik; *Social Network Analysis*

**Abstract:** Education with good quality will produce intelligent and potential generations. The main criteria for measuring the performance of academic institutions are the graduation rates of students or learners. This raises the issue of how to measure the academic performance of students so that they can become high-quality graduates. Academic performance measurement is done by collecting student data and combining it with questionnaire data distributed to students regarding their learning experiences. The research is conducted by making predictions with machine learning and analyzing using Social Network Analysis to display the core network that has the most influence on students' academic performance. The research results show that the average accuracy of the algorithm for predicting students' academic performance is 0.76. Thus, the data can be used for predicting students' academic performance with a high level of accuracy. The analysis results indicate that age, parental education, hometown, and learning difficulties have an impact on students' academic performance.

**Keywords:** Academic Failure; Academic Performance; *Social Network Analysis*

### PENDAHULUAN

Pendidikan adalah fondasi utama sebuah bangsa. Pendidikan dengan kualitas yang baik akan menghasilkan generasi yang cerdas dan berpotensi. Kriteria utama untuk mengukur kinerja lembaga akademik adalah tingkat kelulusan siswa atau mahasiswa [1]. Tetapi hanya 6% masyarakat Indonesia yang meneruskan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi [2]. Angka tersebut lebih sedikit dibandingkan banyaknya siswa yang lulus SMA. Dari sedikitnya siswa yang melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi, maka penting bagi perguruan tinggi untuk memperhatikan kesejahteraan dan psikologis mahasiswa. Hal ini dikarenakan tingkat putus kuliah di Indonesia tergolong tinggi. Bengkulu menduduki peringkat pertama dengan jumlah mahasiswa putus kuliah terbanyak, sementara Jawa Timur menduduki posisi ketiga dalam hal persentase mahasiswa yang tidak melanjutkan studi dengan angka 4,54%, yang setara dengan 38.317 mahasiswa *drop out* dari total 844.675 mahasiswa [3].

Permasalahan tersebut memunculkan pertanyaan tentang bagaimana cara memprediksi

kegagalan mahasiswa. Beberapa peneliti melakukan penelitian untuk memprediksi kegagalan akademik mahasiswa secara dini dan menemukan bahwa tingkat keberhasilan akademik mahasiswa hanya  $\leq 10\%$  dan tingkat putus kuliah sebesar  $\geq 70\%$  dengan menganalisis data sebelum dan sesudah pendaftaran [4]. Penggunaan *machine learning* bisa menjadi salah satu solusi untuk memprediksi performa akademik mahasiswa dengan lebih akurat. Prediksi dengan menggunakan algoritma KNN memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan nilai 96,8 % [5]. Selain itu, algoritma Naïve Bayes dan *Decision Tree* juga mampu memprediksi dengan akurasi di atas 75% [6], algoritma *Logistic Regression* juga memiliki tingkat prediksi 79.82%–85.60% [7] dan *Random Forest* yang bahkan mampu meraih tingkat akurasi 91,19% [8]. Dikarenakan tingkat akurasi yang tinggi dari kelima algoritma tersebut, maka peneliti menggunakan algoritma tersebut untuk dilakukan prediksi performa akademik mahasiswa.

Selain memprediksi tingkat kegagalan mahasiswa, faktor apa yang membuat mahasiswa ingin berhenti atau bahkan *Drop Out* (DO) dari perguruan tinggi juga merupakan hal penting untuk diteliti. Oleh karena itu, perguruan tinggi perlu meningkatkan kesadaran akan parameter yang memengaruhi kegagalan dalam proses pembelajaran dan membantu pengajar dalam menyesuaikan metode dan kebijakan pengajaran berdasarkan kebutuhan setiap siswa. Beberapa peneliti juga menyelidiki parameter apa yang mempengaruhi kegagalan proses belajar siswa. Mereka menemukan bahwa parameter nilai dan absensi yang paling relevan untuk menentukan performa akademik siswa di akhir semester [9]. Selain itu, lingkungan, sekolah dan umur juga menjadi parameter penting untuk menentukan siswa tersebut berhasil atau gagal. Sementara itu, ada peneliti yang menemukan bahwa terdapat korelasi negatif antara penggunaan sosial media dan performa akademik siswa [10]. Selain itu, mereka juga menemukan bahwa jenis kelamin juga mempengaruhi tingkat keberhasilan akademik, siswa perempuan memiliki performa akademik yang lebih baik dari pada siswa laki-laki. Tetapi, penemuan itu bertentangan dengan yang dilakukan oleh Rajendran (2022), mereka menemukan bahwa jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap performa akademik siswa. Tetapi gaya hidup yang sehat memiliki pengaruh positif terhadap performa akademik siswa. Parameter lain yang perlu diperhatikan yakni stres. Stres merupakan faktor penting ketika mempertimbangkan korelasi antara pilihan gaya hidup individu dan prestasi akademik. Meskipun banyak peneliti berusaha untuk memahami pengaruh stres terhadap prestasi akademik untuk mahasiswa tingkat universitas, hanya sedikit karya yang menyelidiki faktor stres remaja dan dampaknya terhadap prestasi akademik [1]. Sebuah penelitian menyimpulkan bahwa stres sedang dapat berdampak positif terhadap keberhasilan akademik siswa [11]. Mereka juga menentukan tidak ada perbedaan yang signifikan antara tingkat *stress* pada awal dan akhir semester. Sehingga tingkat stres mahasiswa cenderung stabil hingga akhir semester.

Dari keseluruhan penelitian tersebut, para peneliti masih memiliki kekurangan dalam hal aliran terpisah untuk menemukan aliran inti dari jaringan. Peneliti ingin melihat bagaimana pemetaan hubungan faktor internal dan eksternal sehingga mempengaruhi performa akademik mahasiswa. Oleh karena itu, tujuan dari makalah ini adalah untuk mengisi kesenjangan penelitian tersebut dengan berfokus pada penerapan *Social Network Analysis* (SNA) untuk menganalisis perilaku siswa melalui faktor-faktor yang berkontribusi terhadap performa akademik mahasiswa. SNA mampu merepresentasikan hubungan sosial antar manusia [12]. SNA berfokus pada struktur hubungan, mulai dari kenalan biasa hingga ikatan dekat. SNA mampu memetakan dan mengukur hubungan formal dan informal untuk memahami apa yang memfasilitasi atau menghambat aliran yang mengikat unit-unit yang berinteraksi, seperti, siapa yang tahu siapa, dan siapa yang berbagi informasi dan pengetahuan apa dengan

siapa melalui media komunikasi apa (misalnya, data dan informasi, suara) atau komunikasi video).

Universitas dr. Soebandi memiliki program studi baru yakni Program Studi Bisnis Digital dan sudah memiliki 2 angkatan dengan total mahasiswa sebanyak 27 orang. Prodi tersebut diharapkan memiliki lulusan yang berkualitas dan dapat bersaing di dunia kerja, maka dari itu perlu adanya penelitian untuk mengukur performa mahasiswa sehingga diperoleh parameter yang terbaik untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa. Hal ini dikarenakan untuk persiapan mahasiswa menghadapi mata kuliah yang semakin beragam sesuai dengan kurikulum prodi, di mana kurikulum prodi memiliki mata kuliah yang mempelajari komputer. Sehingga mahasiswa diharapkan mampu beradaptasi dalam proses belajar.

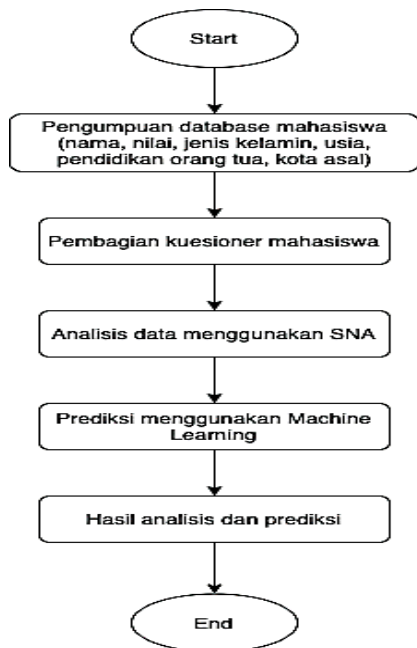
Untuk menentukan parameter terbaik maka diperlukan data yang akurat. Teknik pengumpulan data yang dapat digunakan adalah *Educational Data Mining* (EDM). EDM dapat didefinisikan sebagai penerapan teknik pengolahan data tradisional untuk analisis data pendidikan yang ditujukan untuk memecahkan masalah dalam konteks pendidikan [6]. Beberapa aplikasi penggunaan EDM terdiri dari pengembangan sistem *e-learning* [7], pengelompokan data pendidikan [8], prediksi performa siswa [9]. Penelitian ini berfokus pada prediksi performa akademik siswa karena kami tertarik untuk memahami faktor-faktor utama yang mempengaruhi performa mereka di Universitas.

Sementara itu, untuk mengolah data tersebut penulis menggunakan *Social Network Analysis* (SNA). Penggunaan SNA telah menjangkau batas banyak disiplin ilmu dari ilmu-ilmu sosial ke ilmu-ilmu humaniora. SNA telah menjadi fundamental dalam banyak rangkaian penelitian manajemen dan bisnis karena jejaring sosial semakin diakui sebagai elemen penting bisnis dan masyarakat [10]. SNA mampu merepresentasikan hubungan sosial antar manusia. SNA berfokus pada struktur hubungan, mulai dari kenalan biasa hingga ikatan dekat.

## METODE

Metode penelitian ini dimulai dari pengumpulan database mahasiswa, pembagian kuesioner, analisis data dengan SNA, memprediksi dengan *machine learning*, dan diakhiri dengan hasil analisis dan prediksi.

Penelitian dilakukan di Program Studi Bisnis Digital Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas dr. Soebandi dengan melibatkan 22 mahasiswa: 11 laki-laki dan 11 perempuan. Peserta merupakan mahasiswa angkatan 1 dan 2. Data interaksi siswa dikumpulkan dari semua mata kuliah yang ditempuh pada tahun akademik 2021/2022 dan 2022/2023.



Gambar 1. Alur Penelitian

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data diri mahasiswa (nama, usia, jenis kelamin, pendidikan orang tua, kota asal dan nilai), gaya hidup dan kesulitan. Data diri dan nilai mahasiswa didapatkan dengan mengakses *Educational Data Mining* (EDM) milik perguruan tinggi. Nilai mahasiswa merupakan gabungan dari seluruh nilai UTS dan UAS dari seluruh mata kuliah yang pernah ditempuh dengan *grade* yang telah disesuaikan oleh perguruan tinggi. Sementara itu untuk melihat lingkungan dan kesulitan yang dihadapi selama perkuliahan, maka dilakukan penyebaran kuesioner kepada mahasiswa setelah UAS berlangsung. Penyebaran kuesioner dilakukan secara *online* menggunakan *Google Form*.

### Analisis Data

Data yang telah diperoleh kemudian disiapkan agar data siap untuk diproses. Data yang telah siap olah maka akan diolah menggunakan *Social Network Analysis* dengan *Cytoscape*. Parameter seperti data diri, gaya hidup dan kesulitan yang dihadapi akan digunakan sebagai *source*, sementara nilai akhir mahasiswa merupakan target. SNA mampu merepresentasikan hubungan sosial antar manusia. Sehingga dengan menggunakan SNA, maka akan terlihat hubungan dari parameter dengan performa akademik yang dikaitkan dengan nilai mahasiswa. Dari beberapa parameter yang dipilih akan terlihat inti atau titik yang memiliki keterikatan paling banyak. Sehingga dapat dilihat korelasi antara parameter dan nilai mahasiswa, manakah parameter yang memiliki keterikatan paling banyak, dan apakah hubungan tersebut saling memiliki pengaruh.

### Prediksi dengan *Machine Learning*

Setelah dilakukan analisis, maka Langkah selanjutnya adalah melakukan prediksi. Prediksi dilakukan untuk mengetahui ramalan performa

akademik mahasiswa dilakukan dengan menggunakan algoritma *machine learning*. Algoritma yang digunakan adalah Naïve Bayes, KNN, *Logistic Regression*, *Decision Tree* dan *Random Forest*. Pengkodean dilakukan menggunakan Bahasa pemrograman Python. Prediksi dilakukan menggunakan data yang telah didapatkan dari EDM dan hasil kuesioner mahasiswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jenis Kelamin dan Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 2, tidak ada pengaruh antara jenis kelamin dengan performa akademik. Jaringan menunjukkan bahwa baik laki-laki maupun perempuan memiliki nilai yang sama.

### Usia dan Performa Akademik

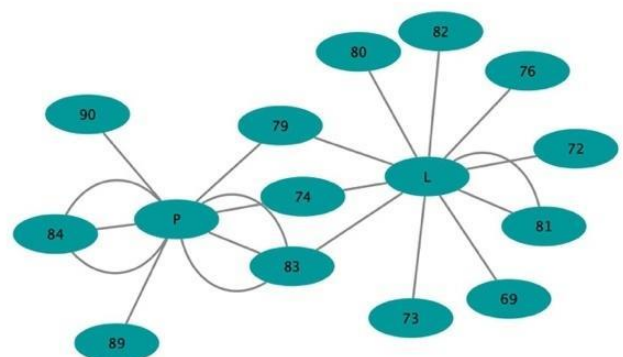
Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 3, mahasiswa dengan rentang usia 19-22 tahun memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan mahasiswa yang berusia di atas 23 tahun. Usia mahasiswa di Program Studi Bisnis Digital beragam, karena tidak hanya *fresh graduate* SMA yang mendaftar, tetapi terdapat beberapa mahasiswa yang baru melanjutkan perkuliahan setelah beberapa tahun lulus SMA.

### Pendidikan Orang Tua dan Performa Akademik

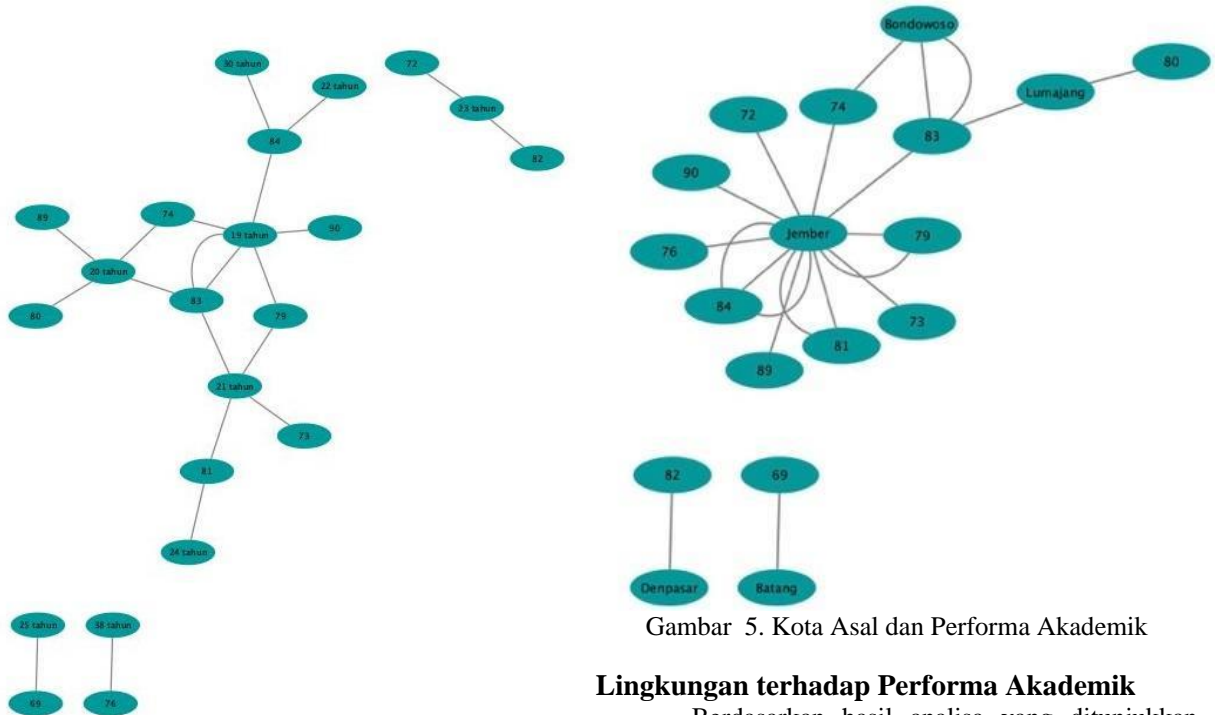
Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 4, pendidikan orang tua minimal SMA mampu memberikan pengaruh terhadap performa akademik mahasiswa. Pendidikan orang tua minimal SMA menunjukkan nilai yang baik dengan nilai minimal 79.

### Kota Asal dan Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 5, kota asal memiliki pengaruh terhadap performa akademik mahasiswa. Mahasiswa yang kuliah secara daring atau mahasiswa reguler 2 kelas karyawan memiliki performa akademik yang kurang baik dibandingkan mahasiswa yang kuliah secara luring di Universitas.



Gambar 2. Jenis Kelamin dan Performa Akademik

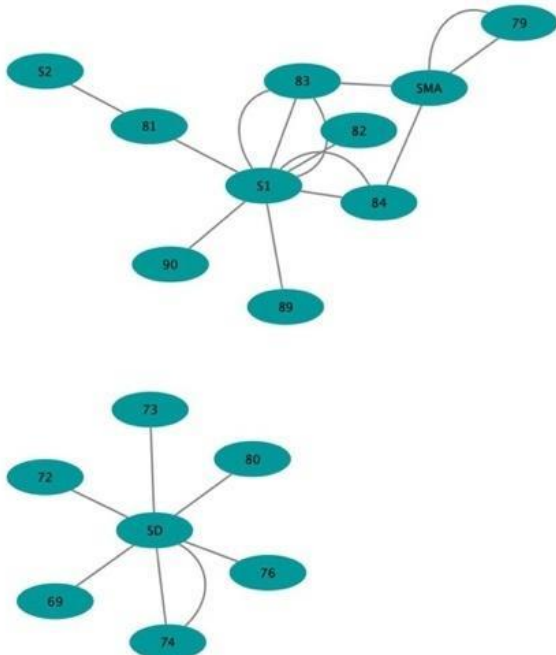


Gambar 5. Kota Asal dan Performa Akademik

Gambar 3. Usia dan Performa Akademik

### Kesulitan dalam Perkuliahan terhadap Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 6, mahasiswa yang tidak memiliki kendala terhadap perkuliahan memiliki nilai yang baik dibandingkan mahasiswa yang memiliki kesulitan. Kesulitan yang dialami mahasiswa seperti penyesuaian diri dengan dunia perkuliahan, memahami materi perkuliahan serta memahami materi tentang perhitungan.

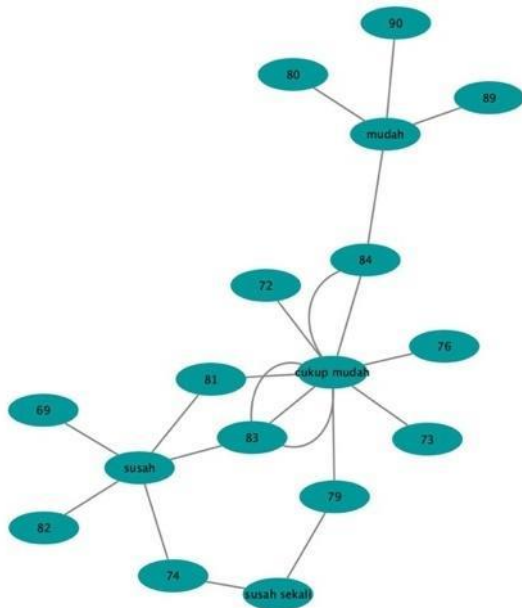


Gambar 4. Pendidikan Orang Tua dan Performa Akademik

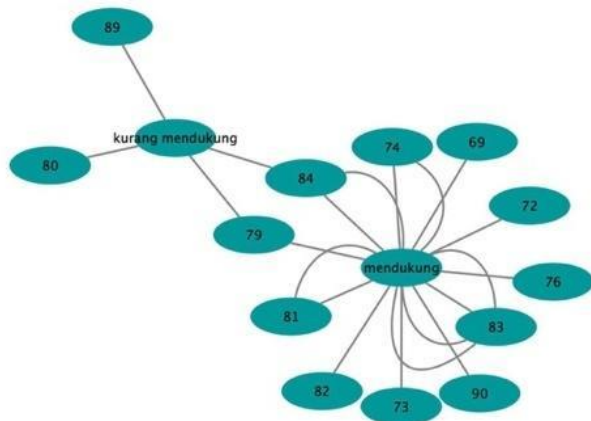
### Lingkungan terhadap Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 7, tidak ada pengaruh terhadap lingkungan dan performa akademik. Mahasiswa pada lingkungan yang kurang mendukung mampu memiliki nilai yang baik bahkan bisa bersaing dengan mahasiswa yang memiliki lingkungan mendukung. Definisi lingkungan kurang mendukung adalah orang tua kurang mendukung proses perkuliahan dan pengaruh keluarga terhadap kegiatan perkuliahan. Mahasiswa Program Studi Bisnis Digital rata-rata berasal dari keluarga sederhana, sehingga ada beberapa mahasiswa yang kurang mendapatkan dukungan dari keluarga untuk kuliah karena masih ada stigma di keluarga bahwa wanita tidak perlu kuliah. Tetapi mahasiswa mampu melawan lingkungan yang kurang suportif tersebut untuk terus belajar dengan baik.





Gambar 6. Kesulitan dalam Perkuliahan terhadap Performa Akademik



Gambar 7. Lingkungan terhadap Performa Akademik

Selain menggunakan SNA untuk melihat keterkaitan antara faktor eksternal dengan performa akademik, data yang telah diperoleh juga dilakukan prediksi untuk melihat performa akademik mahasiswa berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Prediksi dilakukan dengan menggunakan algoritma Naïve Bayes, *Logistic Regression*, *KNN*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*. Algoritma digunakan untuk melihat prediksi mahasiswa mengalami kegagalan atau keberhasilan performa akademik.

Berdasarkan klasifikasi yang dilakukan, rata-rata akurasi dari algoritma yang digunakan adalah 0,76 sesuai dengan yang muncul pada Gambar 8. Data tersebut mampu digunakan untuk memprediksi performa akademik mahasiswa dengan tingkat akurasi yang tinggi. Seluruh algoritma yang digunakan memiliki nilai akurasi yang sama dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, hal ini dikarenakan data mahasiswa yang digunakan sedikit

sehingga kurangnya variasi data. Ketika data yang digunakan lebih banyak maka data akan lebih bervariasi, maka akurasi klasifikasi juga akan lebih beragam.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.43	1.00	0.60	3
1	1.00	0.71	0.83	14
accuracy			0.76	17
macro avg	0.71	0.86	0.72	17
weighted avg	0.90	0.76	0.79	17

Gambar 8. Rata-rata *Classification Report*

Accuracy of *LogisticRegression* is 0.7647058823529411  
 Accuracy of *KNeighborsClassifier* is 0.7647058823529411  
 Accuracy of *DecisionTreeClassifier* is 0.7647058823529411  
 Accuracy of *RandomForestClassifier* is 0.7647058823529411  
 Accuracy of *GaussianNB* is 0.7647058823529411

Gambar 9. Akurasi Algoritma

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, parameter usia, pendidikan dan kota asal memiliki pengaruh positif terhadap performa akademik mahasiswa. Oleh karena itu parameter tersebut dapat digunakan oleh program studi untuk meningkatkan performa akademik mahasiswa. Bagi mahasiswa tingkat awal yang memiliki usia di atas 23 tahun harus meningkatkan performa akademik dengan mempelajari materi lebih dalam dibandingkan mahasiswa yang berusia di bawah 23 tahun. Terlebih lagi bagi mahasiswa yang berusia di atas 23 tahun harus lebih memperhatikan pembelajaran agar bisa mendapatkan nilai yang lebih baik.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah meningkatkan jumlah responden sehingga data yang didapatkan lebih banyak dan lebih beragam dan hasil klasifikasi serta hasil keterkaitan akan beragam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rajendran, S. Chamundeswari and A. A. Sinha, "Predicting the academic performance of middle- and high-school students using machine learning algorithms," *Social Sciences & Humanities Open*, 2022.
- [2] V. B. Kusnandar, "Hanya 6% Warga Indonesia yang Berpendidikan Tinggi pada Juni 2022," 20 9 2022. [Online]. Available: [https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/09/20/hanya-6-warga-indonesia-yang-berpendidikan-tinggi-pada-juni-2022#:~:text=Sampai%20Juni%202022%20penduduk%20Indonesia,tamatan%20Sekolah%20Dasar%20\(SD\)..](https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/09/20/hanya-6-warga-indonesia-yang-berpendidikan-tinggi-pada-juni-2022#:~:text=Sampai%20Juni%202022%20penduduk%20Indonesia,tamatan%20Sekolah%20Dasar%20(SD)..)
- [3] Lokadata, "lokadata," 2017. [Online]. Available: <https://lokadata.beritagar.id/chart/preview/10-provinsi-dengan-persentase-mahasiswa-drop-out-doktertinggi-1519122848>. [Accessed 1 November 2023].

- [4] G. J. Baars, H. G. Schmidt and P. Hermus, "Early Identification of Successful and Unsuccessful Students in the First Year at the University," *Health Professions Education*, Vol. 8, No. 1, 2022.
- [5] D.-L. Ngo-Hoang, J. Dayupay, S. Ajibade and O. Oyeboode, "Utilization of Ensemble Techniques for Prediction of the Academic Performance of Students," *Journal Of Optoelectronics Laser*, Vol. 41, No. 6, 2022.
- [6] H. A. Mengash, "Using Data Mining Techniques to Predict Student Performance to Support Decision Making in University Admission Systems," *IEEE Access*, Vol. 8, 2020.
- [7] H. Waheed, S.-U. Hassan, N. R. Aljohani, J. Hardman, S. Alelyani and R. Nawaz, "Predicting academic performance of students from VLE big data using deep learning models," *Computers in Human Behavior*, Vol. 104, 2020.
- [8] C. Beaulac and J. S. Rosenthal, "Predicting University Students' Academic Success and Major Using Random Forests," *Research in Higher Education*, Vol. 60, pp. 1048–1064, 2019.
- [9] E. Fernandes, M. Holanda, M. Victorino, V. Borges, R. Carvalho and G. V. Erven, "Educational data mining: Predictive analysis of academic performance of public school students in the capital of Brazil," *Journal of Business Research*, 2018.
- [10] A. M. Bhandarkar, A. K. Pandey, R. Nayak, K. Pujary and A. Kumar, "Impact of social media on the academic performance of undergraduate medical students," *Medical Journal Armed Forces India*, Vol. 77, 2021.
- [11] K. Rafidah, A. Azizah, M. D. Norzaidi, S. C. Chong, M. I. Salwani and I. Noraini, "Stress And Academic Performance: Empirical Evidence From University Students," *Scholarly Journal*, Vol. 13, no. 1, pp. 37-51, 2009.
- [12] J. Scott, *What is social network analysis?*, 1 ed., London: Bloomsbury Publishing, 2012.
- [13] R. Baker, "Data Mining," in *International Encyclopedia of Education (Third Edition)*, Elsevier, 2010, pp. 112-118.
- [14] J. A. Lara, D. Lizcano, M. A. Martínez, J. Pazos and T. Riera, "A system for knowledge discovery in e-learning environments within the European Higher Education Area – Application to student data from Open University of Madrid, UDIMA," *Computers & Education*, Vol. 72, pp. 23-36, 2014.
- [15] B. Chakraborty, K. Chakma and A. Mukherjee, "A density-based clustering algorithm and experiments on student dataset with noises using Rough set theory," *EEE International Conference on Engineering and Technology (ICETECH), Coimbatore, India*, pp. 431-436, 2016.
- [16] R. R. Kabra and R. S. Bichkar, "Performance Prediction of Engineering Students using Decision Trees," *International Journal of Computer Applications*, Vol. 36, No. 11, 2011.
- [17] S. Clegg, E. Josserand, A. Mehra and T. S. Pitsis, "The Transformative Power of Network Dynamics: A research agenda," *The transformative and innovative power of network dynamics*, Vol. 37, No. 3, pp. 277-291, 2016.
- [18] J. Bennedsen and M. E. Caspersen, "Failure rates in introductory programming," *ACM SIGCSE Bulletin*, Vol. 39, No. 2, pp. 32-36, 2007.
- [19] E. B. Costa, B. Fonseca, M. A. Santana, F. F. d. Araújo and J. Rego, "Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses," *Computers in Human Behavior*, pp. 247-256, 2017.
- [20] J. Bravo-Agapito, S. J. Romero and S. Pamplona, "Early Prediction of Undergraduate Student's Academic Performance in Completely Online Learning: A Five-Year Study," *Computers in Human Behavior*, 2020.
- [21] C. Romero, S. Ventura and P. D. Bra, "Knowledge Discovery with Genetic Programming for Providing Feedback to Courseware Authors," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 14, p. 425–464, 2004.
- [22] N. R. S. Raghavan, "Data mining in e-commerce: A survey," *Sadhana*, Vol. 30, p. 275–289, 2005.