

***HYBRID NAIVE BAYES DAN IMPROVED PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI
KELULUSAN MAHASISWA UIGM***



OLEH :
EVI PURNAMASARI, S.SI.
09042611822002

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

***HYBRID NAIVE BAYES DAN IMPROVED PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI
KELULUSAN MAHASISWA UIGM***

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister**



OLEH :
EVI PURNAMASARI, S.SI.
09042611822002

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

HYBRID NAIVE BAYES DAN IMPROVED PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI KELULUSAN MAHASISWA UIGM

TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

OLEH :

EVI PURNAMASARI
09042611822002

Pembimbing 1,



Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002

Palembang, Juli 2020
Pembimbing 2,



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001



HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Kamis tanggal 25 Juni 2020 telah dilaksanakan ujian sidang tesis oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

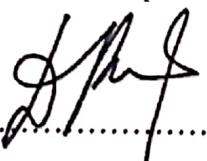
Nama : Evi Purnamasari
NIM : 09042611822002
Judul : *Hybrid Naive Bayes dan Improved Particle Swarm Optimization* untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa UIGM

1. Pembimbing I

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.

Rini, M.Kom., Ph.D.

NIP. 197802232006042002



2. Pembimbing II

Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001



3. Pengaji I

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.

NIP. 197102041997021003



4. Pengaji II

Dr. Yusuf Hartono, M.Sc.

NIP. 196411161990031002



LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Evi Purnamasari
NIM : 09042611822002
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
JudulTesis : *Hybrid Naive Bayes Dan Improved Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa UIGM*
Hasil Pengecekan Software iThenticate/ Turnitin : 13%

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/ plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, Juli 2020

Evi Purnamasari
NIM. 09042611822002

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang tidak dapat diucapkan atas kenikmatan rahmat dan karunia yang telah Allah SWT berikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul "***Hybrid Naive Bayes Dan Improved Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa UIGM***". Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan ditingkat sarjana magister pada Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya Palembang.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membimbing, memberikan ilmu, dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini, yaitu kepada :

1. Kedua orang tua, suami dan saudara/i yang tersayang, telah memberikan dukungan dan motivasi terhadap penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Ketua Yayasan dan Rektor Universitas IGM yang telah memberikan izin belajar penulis untuk melanjutkan Program Studi Magister di Universitas Sriwijaya.
3. Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T. sekaligus dosen Pembimbing II, yang telah memberikan ilmu serta membimbing penulis dengan penuh kesabaran.
4. Pembimbing I Ibu Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D. yang telah memberikan ilmu, membimbing serta membantu banyak dalam pembuatan tesis dengan penuh kesabaran.
5. Admin Program Studi Magister Ilmu Komputer Ardina Ariani, yang telah membantu dalam proses kegiatan akademik.
6. Ayu Meida selaku kakak tingkat yang selalu setia memberi motivasi serta masukkan untuk penulis.

7. Civitas Akademika Fakultas Teknik Universitas IGM atas motivasi, dukungannya.
8. Eka, Oyin dan Siska sahabat terbaik penulis yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan doa untuk penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi banyak orang dan berguna bagi yang membutuhkan. Serta saran dan kritik sangat diperlukan penulis dalam penyempurnaan tesis ini.

Palembang, Juli 2020

Penulis

***HYBRID NAIVE BAYES DAN IMPROVED PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI
KELULUSAN MAHASISWA UIGM***

Evi Purnamasari

Abstract

The study of the classification of student graduation at a university aims to help the university understand the academic development of students and to be able to find solutions in improving the development of student graduation in a timely manner. The Naive Bayes method is a statistical classification method used to predict a student's graduation in this study. The classification accuracy can be improved by selecting the appropriate features. Particle Swarm Optimization is an evolutionary optimization method that can be used in feature selection to produce a better level of accuracy. The testing results of the alumni data using the Naive Bayes method that optimized with the Particle Swarm Optimization algorithm in selecting appropriate features, producing an accuracy value of 86%, 6% higher than the classification without feature selection using the Naive Bayes method.

Keywords : classification, student graduation, fitur, selection, naive bayes, PSO

***HYBRID NAIVE BAYES DAN IMPROVED PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI
KELULUSAN MAHASISWA UIGM***

Evi Purnamasari

Abstrak

Studi tentang klasifikasi kelulusan mahasiswa di sebuah Perguruan Tinggi bertujuan untuk membantu pihak universitas memahami perkembangan akademik mahasiswa serta agar dapat mencari solusi dalam peningkatan perkembangan kelulusan mahasiswa secara tepat waktu. Metode Naive Bayes merupakan metode pengklasifikasian statistik yang digunakan untuk memprediksi suatu kelulusan mahasiswa dalam penelitian ini. Peningkatan akurasi klasifikasi dapat dilakukan dengan memilih fitur yang sesuai. Particle Swarm Optimization merupakan metode optimasi yang bersifat evolusioner yang dapat digunakan dalam seleksi fitur untuk menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik. Hasil pengujian terhadap data alumni menggunakan metode Naive Bayes yang dioptimasi dengan algoritma Particle Swarm Optimization dalam memilih fitur yang sesuai, menghasilkan nilai akurasi 86%, lebih tinggi 6% dibandingkan klasifikasi yang tanpa seleksi fitur menggunakan metode Naive Bayes.

Kata kunci: klasifikasi, kelulusan Mahasiswa, fitur, seleksi, naive bayes, PSO

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Kata Pengantar	v
Abstract	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Data Mining	6
2.1.2 Data Preprocessing	10
2.1.3 Arsitektur Data Mining	16

2.1.4 Klasifikasi	18
2.1.5 Naive Bayes	19
2.1.6 Particle Swarm Optimization	21
2.1.7 <i>Improved PSO</i>	24
2.1.8 Java	26
2.2 Penelitian Terkait	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Pendahuluan	32
3.2 Pengumpulan Data	32
3.3 Kerangka Kerja (Framework)	32
3.4 Optimasi <i>Hybrid Naive Bayes</i> dan <i>Improved PSO</i>	35
BAB IV HASIL DAN ANALISA	39
4.1 Hasil Ujicoba Data Training 50% dan Testing 50%	39
4.2 Hasil Ujicoba Data Training 60% dan Testing 40%	46
4.3 Hasil Ujicoba Data Training 70% dan Testing 30%	52
4.4 Hasil Ujicoba Data Training 80% dan Testing 20%	58
4.5 Hasil Ujicoba Data Training 90% dan Testing 10%	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
Daftar Pustaka	74
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Data Preprocessing	11
Gambar 2.2 Tahapan-tahapan Data mining	15
Gambar 2.3 Arsitektur Sistem Data mining	18
Gambar 3.1 Bagan Kerangka Kerja Penelitian	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Naive Bayes	35
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Naive Bayes Improve PSO	36
Gambar 4.1 Grafik Iterasi Data Training 50%	40
Gambar 4.2 Grafik Iterasi Data Testing 50%	41
Gambar 4.3 Grafik Partikel Data Training 50%	43
Gambar 4.4 Grafik Partikel Data Testing 50%	44
Gambar 4.5 Grafik Iterasi Data Training 60%	47
Gambar 4.6 Grafik Iterasi Data Testing 40%	48
Gambar 4.7 Grafik Partikel Data Training 60%	49
Gambar 4.8 Grafik Partikel Data Testing 40%	50
Gambar 4.9 Grafik Iterasi Data Training 70%	53
Gambar 4.10 Grafik Iterasi Data Testing 30%	54
Gambar 4.11 Grafik Partikel Data Training 70%	55
Gambar 4.12 Grafik Partikel Data Testing 30%	56
Gambar 4.13 Grafik Iterasi Data Training 80%	59
Gambar 4.14 Grafik Iterasi Data Testing 20%	60
Gambar 4.15 Grafik Partikel Data Training 80%	61
Gambar 4.16 Grafik Partikel Data Testing 20%	62
Gambar 4.17 Grafik Iterasi Data Training 90%	65
Gambar 4.18 Grafik Iterasi Data Testing 10%	66
Gambar 4.19 Grafik Partikel Data Training 90%	68
Gambar 4.20 Grafik Partikel Data Testing 10%	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Iterasi Data Training 50%	39
Tabel 2 Iterasi Data Testing 50%	41
Tabel 3 Partikel Data Training 50%	42
Tabel 4 Partikel Data Testing 50%	44
Tabel 5 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Training 50%	45
Tabel 6 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Testing 50%	46
Tabel 7 Iterasi Data Training 60%	47
Tabel 8 Iterasi Data Testing 40%	48
Tabel 9 Partikel Data Training 60%	49
Tabel 10 Partikel Data Testing 40%	50
Tabel 11 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Training 60%	51
Tabel 12 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Testing 40%	52
Tabel 13 Iterasi Data Training 70%	53
Tabel 14 Iterasi Data Testing 30%	54
Tabel 15 Partikel Data Training 70%	55
Tabel 16 Partikel Data Testing 30%	56
Tabel 17 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Training 70%	57
Tabel 18 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Testing 30%	58
Tabel 19 Iterasi Data Training 80%	59
Tabel 20 Iterasi Data Testing 20%	60
Tabel 21 Partikel Data Training 80%	61
Tabel 22 Partikel Data Testing 20%	62
Tabel 23 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Training 80%	63
Tabel 24 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Testing 20%	64
Tabel 25 Iterasi Data Training 90%	65
Tabel 26 Iterasi Data Testing 10%	66

Tabel 27 Partikel Data Training 90%	67
Tabel 28 Partikel Data Testing 10%	68
Tabel 29 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Training 90%	70
Tabel 30 C1 C2 dengan Iterasi dan Partikel Terbaik dari Data Tresting 10%	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Originality Report Similarity	
Lampiran 2. Form Konsultasi Bimbingan Tesis	
Lampiran 3. Form Perbaikan Ujian Tesis II	
Lampiran 4. Paper	
Lampiran 5. Curriculum Vitae	

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kualitas pada Perguruan Tinggi dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya yaitu tingkat kelulusan mahasiswa lulus. Dimana tingginya suatu keberhasilan mahasiswa lulus dengan tepat waktu sangat berpengaruh terhadap akreditasi program studi di Perguruan Tinggi (Aryasanti, 2018).

Faktor yang mempengaruhi akreditasi pada perguruan tinggi itu sendiri, salah satu yang terpenting adalah faktor kelulusan mahasiswa. Pengkategorian ketepatan lulus mahasiswa perlu dilakukan oleh perguruan tinggi untuk membuat kebijakan antisipasi agar semua mahasiswa dapat lulus dengan tepat waktu (Romadhona, 2017).

Penelitian tentang klasifikasi status kelulusan mahasiswa lulus tepat waktu atau tidak di sebuah perguruan tinggi telah dilakukan dengan berbagai metode. Metode pertama yang dilakukan pada penelitian Rohmawan, 2018 yaitu menerapkan metode *Decision Tree* dengan hasil akurasi 74,51 dan metode *Artificial Neural Network* dengan hasil akurasi 79,74%. Metode selanjutnya yaitu C4.5 pada penelitian (Purnama, 2019) dengan hasil akurasi 69,79% dengan nilai eror 30,21%. Metode selanjutnya yaitu metode C4.5 pada penelitian (Astuti, 2017) dengan hasil akurasi 82%. Metode selanjutnya yaitu metode *Naive Bayes* pada penelitian (Salmu dan Solichin, 2017) dengan menggunakan 6 atribut pada data mahasiswa yang menghasil akurasi 80,72%. Kemudian dengan menerapkan metode *Naive Bayes* pada penelitian (Amelia dkk. 2017) mendapatkan hasil akurasi sebesar 85,17 dengan cara melakukan perhitungan berulang menggunakan 10 kali pembagian kelompok. Selanjutnya penerapan metode *Naive Bayes* pada penelitian (Ridwan dkk. 2013) dengan hasil *precision*, *recall*, dan *accuracy* masing-masing 83%, 50%, dan 70%.

Penelitian menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes* paling sering digunakan sebagai metode klasifikasi yang digunakan untuk menganalisa tingkat kelulusan mahasiswa dalam dataset namun memiliki hasil yang berbeda, meskipun banyak menghasilkan nilai akurasi yang tinggi dan ada juga yang memiliki nilai akurasi yang rendah. Dari beberapa metode di atas dapat simpulkan bahwa dalam kasus klasifikasi status kelulusan mahasiswa dengan menggunakan metode *Naive Bayes* memiliki hasil *precision* yang relative lebih baik, namun pada hasil akurasi metode *Naive Bayes* masih memiliki hasil yang rendah. Maka dari itu diperlukan metode lain untuk menghasilkan akurasi yang lebih baik.

Peneliti yang sudah mengklasifikasi metode *Naive Bayes* dengan *hybrid* algoritma lain untuk menghasilkan nilai akurasi. Salah satunya penelitian pada Algoritma Berbasis *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan metode *Naive Bayes*. Hasil peneliti menyarankan suatu model baru untuk diagnosa suatu penyakit menggunakan kombinasi algoritma PSO dengan Klasifikasi metode *Naive Bayes*, karena kenyataan bahwa disajikan algoritma memilih yang terbaik data training dan menghindari memilih orang-orang yang menyebabkan penurunan dan penurunan akurasi klasifikasi. Pengujian ini mendapatkan nilai akurasi 97,95% dan menurut hasil yang diperoleh bahwa dalam meningkatkan akurasi klasifikasi, tidak selalu diperlukan untuk menyajikan sebuah metode klasifikasi baru bukan dengan cara memilih data pelatihan yang terbaik kemudian menghilangkan data pelatihan yang tidak pantas, namun nilai akurasi klasifikasi dapat meningkat (Ghanad dan Ahmadi, 2015).

Peneliti yang telah melakukan perbaikan dari algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang menghasilkan *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO), perbaikan ini dilakukan untuk memperkuat hasil dari kemampuan PSO dalam mengembangkan hasil yang lebih luas secara efisien (Mahmudy, 2015), maka peneliti mengusulkan uji coba *Hybrid* Metode *Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization* untuk menghasilkan nilai akurasi yang optimal dalam mengklasifikasi studi kasus data kelulusan mahasiswa. Menurut (Xue dan Browne, 2013) peningkatan nilai

akurasi dapat dilakukan dengan cara *selection* fitur dibandingkan menggunakan semua fitur dalam menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, permasalahan yang didapat adalah banyaknya lulusan Perguruan tinggi di Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) yang tidak lulus tepat waktu dan belum ada solusi yang tepat dalam mengatasi hal tersebut, sehingga diperlukan sistem untuk memprediksi kelulusan mahasiswa, agar pihak rektor di Perguruan Tinggi bisa mengatasi mahasiswa supaya lulus dengan tepat waktu. Pertanyaan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengklasifikasi suatu dataset kelulusan mahasiswa dengan *Hybrid* metode *Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization*.
2. Bagaimana mencari suatu nilai persentase yang terbaik dalam penerapan *Hybrid* metode *Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization* dengan menggunakan beberapa uji coba untuk menghasilkan nilai akurasi yang terbaik.
3. Bagaimana mengevaluasi *Hybrid* metode *Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization* untuk prediksi kelulusan mahasiswa.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Prediksi data mahasiswa untuk mengetahui ketepatan waktu kelulusan mahasiswa menggunakan metode *Hybrid Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization*.
2. Melakukan beberapa uji coba menggunakan dataset yang berbeda menggunakan metode *Hybrid Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization* untuk mendapatkan nilai persentase yang terbaik.

3. Mengevaluasi metode klasifikasi data kelulusan mahasiswa dengan metode *Hybrid Naive Bayes* dan *Improved* algoritma *Particle Swarm Optimization*, agar dapat menjadi solusi untuk memprediksi kelulusan tepat waktu seperti pada data real.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya, didapatkan manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan mahasiswa lulusan pada tahun tersebut berapa banyak mahasiswa yang lulus tepat waktu dan berapa banyak mahasiswa yang lulus dengan tidak tepat waktu;
2. Memberikan informasi tentang perkembangan akademik mahasiswa dalam ketercapaian dalam kelulusan mahasiswa tersebut;
3. Dapat memberikan solusi dalam membuat suatu keputusan dan dapat membuat aturan - aturan guna meningkatkan kelulusan mahasiswa lulus dengan tepat waktu.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diangkat oleh penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Dataset yang digunakan adalah data Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) pada SIMAK menggunakan dataset alumni mahasiswa lulusan pada angkatan tahun 2011, 2012, 2013, 2014;
2. Data alumni mahasiswa kelulusan Sarjana (S1) di UIGM.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyusunan tesis dan memuat uraian secara garis besar isi dari setiap bab, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I ini berisi tentang penelitian secara umum, menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah,

tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II ini berisi tentang seluruh penjelasan mengenai tinjauan pustaka, teori-teori dan *review paper* dari beberapa penelitian publikasi yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penyelesaian masalah pada penulisan tesis ini.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III ini berisi *literature review*, pengumpulan dataset, metode yang digunakan, kerangka kerja, bahasa pemrograman, dan algoritma yang akan digunakan dalam menyelesaikan tesis ini.

4. BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab IV ini menampilkan hasil analisa, pembahasan hasil dan pengujian dengan algoritma yang di usulkan dalam penelitian ini.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V ini memberikan kesimpulan mengenai hasil dari uji coba pada penelitian ini dan memberikan saran untuk peneliti selanjutnya dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadlia, H., Smairi, N., dan Ghedira, K. (2018). A hybrid Immigrants schema for *Particle Swarm Optimization* algorithm. *Procedia Computer Science*, 126, 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.214>
- Almayan, H., dan Mayyan, W. Al. (2016). Improving Accuracy of Students ' Final Grade Prediction Model Using PSO. *6th International Conference on Information Communication and Management*, pp 35–39.
- Amelia, M. W., Lumenta, A. S. M., dan Jacobus, A. (2017). Prediksi Masa Studi Mahasiswa dengan Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *11(1)*. E-Journal Teknik Informatika, Vol. 11, No. 1 ISSN: 2301-8364.
- Aryasanti, A. (2018). Sistem Komparasi *Naive Bayes* dan Decision Trees untuk Menentukan Klasifikasi Kegagalan Studi Mahasiswa. *Jurnal TICOM*, Vol. 6 No.3 Mei.
- Astuti, I. P. (2017). Prediksi Ketepatan Waktu Kelulusan Dengan Algoritma Data Mining C4.5. *Fountain of Informatics Journal*, Vol. 2 No. 2, pp 41-45.
- Balamurugan, E. (2018). Predicting Students Academic Perfomace using *Naive Bayes* Algorithm. *Journal BlueCrest College Accra, Ghana*, pp 1–10.
- Brilliant, M., dan Handoko, D. (2017). Implementation of Data Mining Using Association Rules for Transactional Data Analysis. *3rd International Conferences on Information Technology and Business (ICITB)*, 177–180.
- Ghanad, N. K., dan Ahmadi, S. (2015). Combination of PSO Algorithm and Naive Bayesian Classification for Parkinson Disease Diagnosis. *Advances in Computer Science: An International Journal*, 4(4), 119–125.
- Guntur, M., Santony, J., dan Yuhandri. (2018). Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Metode *Naive Bayes* dalam Investasi untuk Meminimalisasi Resiko. *Jurnal RESTI*, Vol. 2 No. 1 (2018) 354–360.
- Harahap, F., Harahap, A. Y. N., dan Ekadiansyah, E. (2018). Implementation of *Naive Bayes* Classification Method for Predicting Purchase. *The 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSIM 2018)*, 7-9 August.
- Han, J., dan M, Kamber. (2011). Data Mining Concepts and Techniques. 3rd Edition, Morgan Kaufmann, Burlington.

- Hoffer, J. A., Ramesh, V. & Topi, H., 2012. Modern Database Management. 11th penyunt. Colorado: Colorado Springs.
- Kaur, S., dan Goyal, M. (2014). Fast and robust Hybrid *Particle Swarm Optimization* Tabu Search Association Rule Mining (HPSO-ARM) algorithm for Web Data Association Rule Mining (WDARM). *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 2(9), pp 448–451.
- Kesumawati, A., dan Utari, D. T. (2018). Predicting patterns of student graduation rates using Naïve bayes classifier and support vector machine. *AIP Conference Proceedings*, 2021(October). <https://doi.org/10.1063/1.5062769>
- Khairina, D. M., Ramadhani, F., dan Maharani, S. (2015) Department Recommendations for Prospective Students Vocational High School of Information Technology with Naïve Bayes Method. 92-96.
- Kumar, P. S., dan Umatejaswi, V. (2017). Diagnosing Diabetes using Data Mining Techniques. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(6), 705-709.
- Kurniawan, F., Umayah, B., dan Hammad, J. (2018). Market Basket Analysis to Identify Customer Behaviors by Way of Transaction Data. 1(1), 20–25. <https://doi.org/10.17977/um017v1i12018p20-25>.
- Kurniawan, Y. I. (2017). Perbandingan Algoritma *Naive Bayes* Dan C.45 Dalam Klasifikasi Data Mining. Vol. 5, No. 4, September 2018, hlm. 455-464.
- Kusrini, luthfi taufiq Emha, (2009), Algoritma Data Mining, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Mahmudy, W. F. (2015). *Improved Particle Swarm Optimization* untuk Menyelesaikan Permasalahan Part Type Selection dan Machine Loading pada Flexible Manufacturing System (FMS). *Konferensi Nasional Sistem Informasi, Universitas Klabat, Airmadidi, Minahasa Utara, Sulawesi Utara, 26-28 Febr*(January), 1003–1008.
- Miftah, S., Irianto, T., dan Kusanti, J. (2016). Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi – Volume 7 No 3 - 2015 - ijns.org. *Jurnal Speed*, 5(3), 7–12. <https://doi.org/10.1109/MELCON.2000.880364>
- Muhamad, H., Prasojo, C. A., Sugianto, N. A., Surtiningsih, L., Cholissodin, I., Ilmu, F., ... Optimization, P. S. (2017). Optimasi *Naive Bayes* Classifier dengan Menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada Data Iris. *Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 4(3), 180–184.
- Pattekari, S. A., dan Parveen, A. (2018). Prediction System for Heart Disease Using Naïve Bayes. *International Journal of Advanced Computer and Mathematical Sciences*, 3(3), 2646–2649.

- Praveen Sundar, P. V, dan Senthil Kumar, D. A. V. (2015). A Hybrid Classification Method for Disengagement Detection in Online Learning. *International Journal of Education and Information Studies*, 5(1), 67–74. Retrieved from <http://www.ripublication.com>.
- Pujianto, U., Azizah, E. N., dan Damayanti, A. S. (2017). *Naive Bayes* Using to Predict Students ' Academic Performance at Faculty of Literature. *International Conference Electrical, Electronics and Information Engineering* (ICEEIE), Malang, pp 163–169.
- Purnamasari, E., & Rini, D. P. (2019, October). Prediction of the Student Graduation's Level using C4. 5 Decision Tree Algorithm. In *2019 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS)* (pp. 192-195). IEEE.
- Ridwan, M., Suyono, H., dan Sarosa, M. (2013). Penerapan Data Mining Untuk Evaluasi Kinerja Akademik Mahasiswa Menggunakan Algoritma *Naive Bayes* Classifier. *Jurnal EECCIS* Vol.7, No. 1, Juni.
- Rohmawan, E. P. (2018). Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Decision Tree Dan Artificial Neural Network. *Jurnal Ilmiah MATRIK* Vol.20, No. 1, April.
- Romadhona, A. (2017). Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu. *Jurnal Teknologi Informasi Cyberku*, Vol. 13. No. 1, pp 69–83.
- Salmu, S., dan Solichin, A. (2017). Prediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Naïve Bayes : Studi Kasus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Budi Luhur*, (April), 701–709.
- Singh, Er. H. P., dan Kaur, Er. A. (2015). Statistical Analysis of Velocity Update Rules in *Particle Swarm Optimization*. *International Journal of Artificial Intelligence and Applications for Smart Devices*, Vol. 3. No. 2, pp. 11–22. <http://dx.doi.org/10.14257/ijaiasd.2015.3.2.02>.
- Sugiharti, E. (2017). Predictive Evaluation of Performance of Computer Science Students of Unnes Using Data Mining Based on *Naive Bayes* Classifier (NBC). *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol. 95. No. 4, pp. 902–911.
- Suyanto. (2017). Data Mining untuk Klasifikasi dan Klasterisasi Data. Informatika, Bandung, Indonesia.
- Tri, Retno. (2017). Data Mining Teori dan Aplikasi Rapitminer. Gava Media, Yogyakarta, Indonesia.
- Wijaya, K. (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Java (Netbeans 7.3), 53-60.

- Xue, B., Zhang, M., Browne, W. N. (2014). Novel initialisation and updating mechanismsin PSO for feature selection in classification, in: Applications of Evolutionary Computation, vol. 7835 of Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 428–438.
- Xue, B., Zhang, M., Browne, W. N. (2014). Particle Swarm Optimisation For Feature Selection in Classification : Novel Initialisation and Updating Mechanisms. *Applied Soft Computing*, Vol. 18, 261–276.
- Z. Efendi dan Mustakim. (2017). Text Mining Classification Sebagai Rekomendasi Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Informasi. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)* 9, 18-19 Mei 2017, pp. 235-242.