



Optimasi Algoritma C4.5 dengan Fuzzy Inference System Mamdani dalam Memprediksi Mahasiswa Berpotensi Dropout

Khanif Faozi¹

¹ Universitas Pamulang
Dosen02418@gmail.com¹

Kata kunci:	Abstrak
C4.5, Fuzzy Inference System Mamdani, prediksi, data	Data mining adalah analisis terhadap proses penemuan pengetahuan di dalam basisdata. Berdasarkan fungsionalitas, salah satu tugas data mining adalah sebagai klasifikasi, yaitu meng-generalisasi struktur yang diketahui untuk diaplikasikan pada data-data baru. Algoritma C4.5 adalah algoritma yang sering digunakan dalam data mining dan cocok untuk klasifikasi. dengan mengimplementasikan pembangkitan aturan kedalam proses FIS Mamdani diharapkan dapat mengoptimalkan kinerja metode, sehingga memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi. Prediksi dan pembangkitan aturan dari decision tree dilakukan dengan menggunakan alat bantu Rapidminer Studio 7.6, sedangkan prediksi FIS Mamdani dengan Matlab R2014b. Variabel yang digunakan adalah IPS-1, IPS-2, IPS-3, IPS-4, IPS-5, IPS-6, IPS-7, IPS-8, PM, dan MO dengan jumlah 100 dataset, 86 berlabel lulus dan 14 mahasiswa dropout. Algoritma C4.5 konvensional menghasilkan nilai akurasi sebesar 92% sedangkan Algoritma C4.5 + FIS Mamdani mendapat nilai akurasi yang lebih rendah yaitu 64%. Dengan demikian maka dalam memprediksi potensi dropout mahasiswa, Algoritma C4.5 konvensional lebih unggul dari Algoritma C4.5 + FIS Mamdani.

Pendahuluan

Perguruan tinggi adalah penyelenggara pendidikan formal setelah pendidikan menengah di Indonesia. Bentuk pendidikan tinggi dapat berbentuk akademi, institut dan universitas. Upaya pemerintah untuk memberikan pedoman penyelenggaraan pendidikan tinggi sedang diupayakan baik melalui Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional, peraturan pemerintah, dan hasil hukum lainnya, dan oleh badan akreditasi nasional yang semakin terlihat, salah satunya melalui promosi kegiatan akreditasi. Terukur dan teratur. (Prabowo, 2010).

Perguruan tinggi memiliki sistem tersendiri, baik akademik maupun nonakademik. Sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 12 Tahun 2012 tentang Perguruan Tinggi, semua peraturan dan sistem yang dikeluarkan oleh perguruan tinggi pada umumnya mengacu pada peraturan tersebut, baik akademik maupun non akademik. Salah satu ketentuan undang-undang ini mengatur sanksi pencabutan status mahasiswa atau penghentian studi.

Menurut KBBI, dropout berarti tidak lulus kuliah atau tidak menyelesaikan studinya. Pencabutan status mahasiswa atau yang biasa disebut dengan dropout merupakan kutukan bagi mahasiswa yang melakukan sesuatu yang tidak baik secara akademis maupun non

akademis. Dropout dijadikan senjata perguruan tinggi untuk mengurangi ketidaksesuaian dan pelanggaran aturan yang ada. Salah satu yang menyebabkan mereka dropout, salah satunya memiliki IPK kurang dari 2,00 (Arham, Ahmad, & Ridfah, 2017).

Data Mining merupakan langkah analisis proses penemuan pengetahuan dalam basisdata atau knowledge discovery in databases (KDD). Pengetahuan dapat berupa pola atau hubungan antar data yang valid (sebelumnya tidak diketahui)

Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran

Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka diambil dari beberapa jurnal, artikel dan buku yang berhubungan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian terkait dengan penerapan data mining dalam memprediksi potensi dropout mahasiswa:

Penelitian yang dilakukan (Arham, Ahmad, & Ridfah, 2017) yang memberikan gambaran penerimaan diri mahasiswa yang telah dropout, faktor yang mempengaruhi mahasiswa dropout dan dampaknya. Data penelitian ini berupa transkrip verbatim yang dianalisis dan dibagi dalam kategori yang ada. Hasil dari penelitian ini diantaranya mengungkapkan faktor-faktor yang mempengaruhi mahasiswa dropout dan menggambarkan penerimaan diri mahasiswa dropout dengan karakteristik yaitu memiliki keyakinan, kemampuan, percaya diri, bertanggungjawab, dan tidak menyalahkan dirinya sendiri.

Berkaitan dengan data mining dalam bukunya (Suyanto, 2017) memberikan informasi bahwa salah satu fungsi data mining adalah klasifikasi. Dimana metode yang dapat digunakan yaitu decision tree yang di dalamnya termasuk Algoritma C4.5. Peneliti lain menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani sebagai alternatif pemilihan peminatan mahasiswa, Masalahnya pemilihan peminatan tidak didasarkan pada kemampuan siswa atau nilai mata kuliah yang mereka dapatkan. Hal ini membuat mahasiswa kesulitan dalam menyelesaikan tugas akhir karena belum memahami konsep dari tugas akhir yang telah diselesaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah FIS-Mamdani dengan 12 variabel input, 37 aturan fuzzy dan 3 spesialisasi pada tugas akhir. Tujuan dari pekerjaan penelitian ini adalah untuk membuat sistem fuzzy dengan menggunakan metode FIS Mamdani sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah pemilihan peminatan tugas akhir. Hasil dari penelitian ini adalah sistem fuzzy menggunakan metode FIS-Mamdani yang dapat menyelesaikan masalah penentuan minat makalah mahasiswa. (Yulmaini, 2015).

Fuzzy Inference System Mamdani juga dapat digunakan untuk kebutuhan pembelajaran bahasa Inggris. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Hidayat, Mardi Putri, & Mahmudy, 2014) Karena rata-rata tingkat kemahiran bahasa Inggris siswa Indonesia dalam praktiknya tidak menunjukkan hasil yang memuaskan, maka penerapan teknologi informasi berbasis sistem pakar menggunakan sistem penalaran fuzzy Mamdani merupakan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien membantu menentukan kegiatan pembelajaran. Himpunan fuzzy diproses menggunakan metode inferensi Mamdani untuk membuat keputusan seperti jumlah kebutuhan belajar, materi yang akan diajarkan, dan cara mengajar bahasa Inggris. Pembentukan himpunan masukan fuzzy didasarkan pada pengetahuan pakar, sedangkan pembentukan himpunan keluaran fuzzy dilakukan dengan optimasi pencarian acak. Aplikasi yang dirancang diuji dengan melibatkan hasil inferensi pakar sehingga mendapatkan akurasi sebesar 95%.

Landasan Teori

Dropout

Dropout atau putus sekolah dalam bahasa Indonesia menurut (Gunawan, 2010) merupakan predikat yang diberikan kepada peserta didik yang tidak mampu menyelesaikan tingkat pendidikan tertentu, sehingga peserta didik tersebut tidak melanjutkan studinya ke jenjang pendidikan berikutnya. Menurut (Djumhur & Surya, 1975) putus sekolah dapat dibagi ke dalam tiga jenis diantaranya:

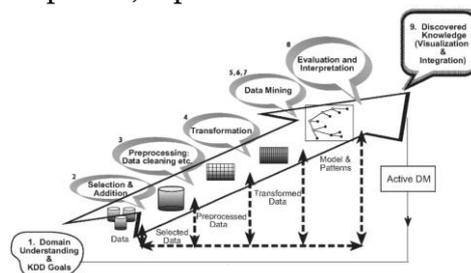
1. Putus sekolah atau berhenti dalam jenjang
2. Putus sekolah di ujung jenjang

3. Putus sekolah atau berhenti antara jenjang

Pada penelitian ini data dropout yang akan di proses adalah data yang berasal dari mahasiswa yang mengalami dropout dalam jenjang, diujung jenjang serta berhenti antara jenjang dengan data training yang memenuhi kriteria delapan semester.

Data Mining

Knowledge Discovery in Database (KDD) adalah sebuah proses otomatisasi, analisis eksplorasi serta pemodelan repositori data yang besar. KDD adalah proses terorganisir mengidentifikasi valid, novel, berguna, dan pola dimengerti dari besar dan kompleks set data. Datamining (DM) adalah inti dari proses KDD yang melibatkan serta menyimpulkan algoritma untuk - data, mengembangkan model dan menemukan pola yang sebelumnya tidak diketahui. Model ini digunakan untuk memahami fenomena dari data, analisis serta prediksi (Maimon & Rokach, 2010). Dalam definisi lain disebutkan bahwa datamining adalah sebuah kegiatan ekstraksi untuk mendapatkan sebuah informasi penting yang bersifat implisit serta serta yang tidak diketahui sebelumnya, yang berasal dari suatu data (Witten & Frank, 2005). Data mining memiliki tahapan proses, seperti berikut:



Gambar 2. 1 Proses KDD (Maimon & Rokach, 2010)

Logika Fuzzy

Dalam definisi kamus Oxford yang dikutip pada buku (Naba, 2009) menjelaskan bahwa definisi fuzzy adalah blurred (kabur atau remang-remang), imprecisely defined (didefinisikan secara tidak presisi), indistinct (tidak jelas), confused (membingungkan), vague (tidak jelas). Penggunaannya “fuzzy” pada sistem fuzzy lebih mengarah kepada technical adjective (Naba, 2009) yaitu sebuah sistem yang dibangun menggunakan definisi, cara kerja serta deskripsi yang jelas berdasarkan pada teori Fuzzy Logic (Logika Fuzzy).

Teori Logika Fuzzy pertama kali dikenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 dalam jurnalnya yang berjudul “Fuzzy Sets”. Ada beberapa pengertian mengenai Logika Fuzzy diantaranya:

1. Menurut (Naba, 2009) Logika fuzzy merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk “berhitung” menggunakan linguistic variable (variable kata-kata), sebagai pengganti dari cara berhitung dengan bilangan. Dalam logika fuzzy tidak sepresisi dalam berhitung menggunakan bilangan, tetapi penggunaan perhitungan menggunakan kata-kata lebih dekat dengan intuisi manusia. Dengan menggunakan linguistic variable manusia dapat memahami nilai dari variabel kata yang sering dipakai.
2. Logika fuzzy (Kusumadewi, 2002) adalah salah satu cabang dari Artificial Intelligent yang biasa dikenal kecerdasan buatan untuk mengemulasi kemampuan berfikir manusia ke dalam bentuk algoritma yang selanjutnya dijalankan oleh mesin. Algoritma tersebut dapat digunakan untuk berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam sebuah bentuk biner. Logika fuzzy dapat menginterpretasikan sebuah statemen yang samar atau kabur menjadi pengertian yang logis.

Support Vector Machine

Algoritma Support vector machines (SVM) merupakan salah satu metode yang paling kuat dan akurat dalam semua algoritma data mining. Algoritma SVM awalnya dikembangkan oleh Vapnik pada tahun 1990an (Wu & Kumar, 2009).

Algoritma machine learning Support Vector Machine menggunakan sebuah prinsip Struktural Risk Minimazation (SRM) untuk menemukan hyperlane terbaik, yaitu hyperlane yang terletak ditengah dua set objek yang berasal dari dua class. Mencari titik maksimal dan mengukur margin hyperlane adalah cara terbaik dalam mencari pemisah hyperlane terbaik antara kedua class. Margin merupakan jarak antara pattern terdekat dari masing-masing class dengan hyperlane, dan Pattern yang paling dekat disebut sebagai support vector.

Metode Penelitian

Metode Pemilihan Sample

Data yang diambil adalah menggunakan dataset yang berasal dari Fakultas Ekonomi Prodi Akuntansi Universitas Sahid Jakarta 2008-2015. Dataset keseluruhan berjumlah 100 mahasiswa yang memiliki label lulus 86 dan nilai dropout 14 mahasiswa.

Metode Pengumpulan Data

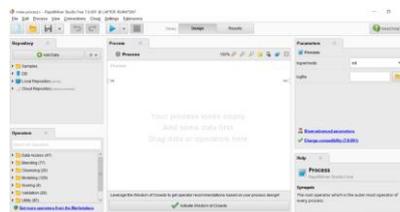
Pada penelitian ini ada 10 kriteria yang akan dijadikan parameter dalam prediksi dropout mahasiswa. Parameter tersebut merupakan faktor-faktor yang menyebabkan mahasiswa mengalami dropout. Berikut adalah kriteria yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Indeks Prestasi Sementara (IPS) adalah penghitungan IP dengan semua mata kuliah yang telah ditempuh untuk tiap semester tertentu. IPS yang digunakan semester 1 s/d semester 8 dengan range nilai 0-4 yang kemudian akan dikonversi untuk membentuk pohon keputusan dan Mata kuliah yang wajib diambil oleh setiap mahasiswa. Dalam penelitian ini diambil 2 sampel untuk mata kuliah yaitu Pengantar Manajemen (PM) dan Manajemen Organisasi (MO), dengan range nilai A-E.

Analisis

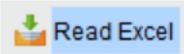
Untuk mendapatkan nilai perhitungan terlebih dahulu mempersiapkan dataset dengan mengkonversi nilai atribut dataset awal untuk membentuk aturan yang akan dibangkitkan dengan Algoritma C4.5 yang selanjutnya dataset awal akan diimplementasikan pada FIS Mamdani.

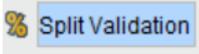
Tahap selanjutnya adalah membangkitkan pohon keputusan dengan Algoritma C4.5. Dataset yang telah dikonversi akan diolah dengan perangkat lunak Rapidminer Studio 7.6. Berikut adalah langkah penggunaannya:

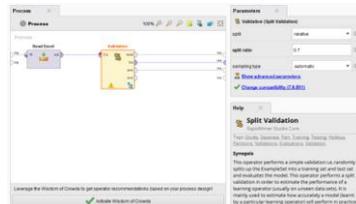
Awal pada saat aplikasi dibuka akan muncul splash screen, kemudian akan tampil GUI proses seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 Tampilan proses Aplikasi Rapidminer versi 7.6

Pilih operator  untuk membaca dataset dari file berformat excel.

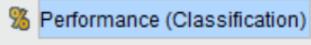
Kemudian pilih operator , operator ini melakukan validasi sederhana secara acak membagi dataset menjadi data latih dan data uji. Pembagian dilakukan berdasarkan persentasi split ratio yang dapat diatur. Berikut dibawah ini tampilan aplikasinya:

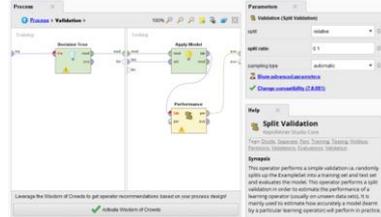


Gambar 3. 2 Pemilihan Operator Input

Selanjutnya didalam split validation ditambahkan metode yaitu Algoritma C4.5 pada panel Training. Operator yang ditambahkan merupakan algoritma pembelajaran yang

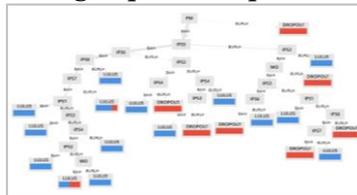
kemudaian akan diaplikasikan pada data uji dengan menggunakan operator  yang bertujuan untuk mendapatkan prediksi atau untuk mentransformasi data dengan menerapkan metode tersebut pada data uji.

Yang terakhir, sebelum proses dijalankan adalah dengan menambahkan operator  dimana operator ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sebuah metode klasifikasi serta memberikan nilai kinerja sebuah metode.

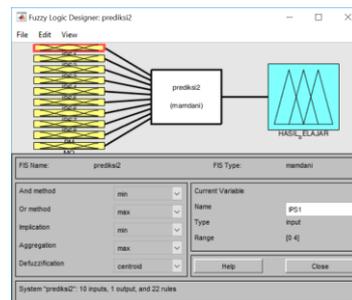


Gambar 3. 3 Pemilihan Operator Validation

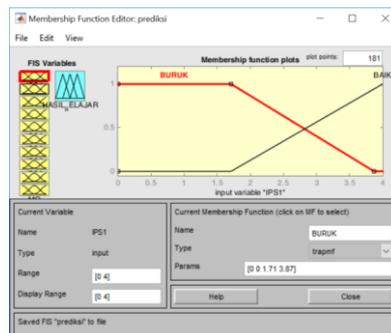
Setelah semua operator selesai dikonfigurasi, maka proses siap dijalankan dengan menekan tombol run  pada toolbar yang terdapat diatas panel Process pada aplikasi. Dari proses tersebut menghasilkan bagan pohon keputusan dibawah ini:



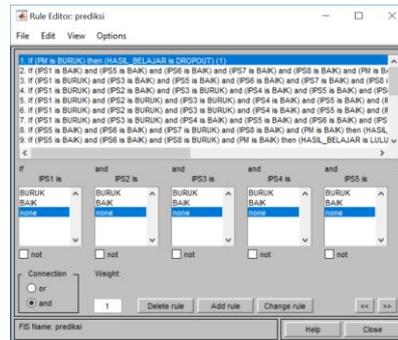
Gambar 3. 4 Output pohon keputusan



Gambar 3. 5 Tampilan toolbox fuzzy



Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan IPS1



Gambar 3. 7 Rule Editor

Hasil dan Pembahasan

Hasil

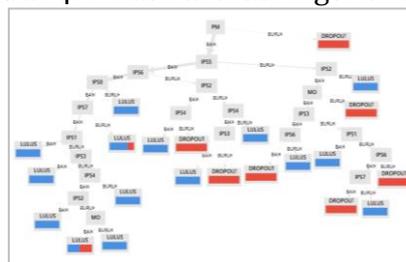
Setelah dilakukan perhitungan prediksi pada poin sebelumnya, maka hasil yang didapatkan sebagai berikut:

Hasil Perhitungan Algoritma C4.5

Perhitungan akurasi dan pembangkitan aturan Algoritma C4.5 yang telah dilakukan menggunakan perangkat lunak Rapidminer Studio 7.6 dengan jumlah 100 dataset yang memiliki label lulus 86 dan label dropout 14 mahasiswa. Setelah dihitung maka didapatkan hasil akurasi 92%. Nilai akurasi ini nantinya akan dibandingkan dengan nilai akurasi dari Algoritma C4.5 + FIS Mamdani. Berikut adalah gambar hasil akurasinya:

accuracy: 92.00%			
	true LULUS	true DROPOUT	class precision
pred LULUS	84	6	93.20%
pred DROPOUT	2	8	80.00%
class recall	97.67%	57.14%	

Gambar 4. 1 Hasil akurasi Algoritma C4.5



Gambar 4. 2 Hasil pembangkitan aturan



Gambar 4. 3 Nilai akurasi hasil perhitungan FIS Mamdani

Pembahasan

Setelah mendapatkan nilai akurasi pada prediksi mahasiswa dropout dengan Algoritma C4.5 dan Algoritma C4.5 + FIS Mamadani maka dapat dibandingkan nilai akurasi dari prediksi yang dilakukan, dengan hasil perhitungan dengan Algoritma C4.5 mendapat nilai akurasi sebesar 92%, sedangkan dengan Algoritma C4.5 yang diimplementasikan pada FIS Mamdani mendapat nilai akurasi yang lebih rendah yaitu sebesar 64% .

Dapat dinyatakan bahwa hipotesis pada penelitian ini yaitu, Algoritma C4.5 yang diintegrasikan dengan Fuzzy Inference System Mamdani memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma C4.5 konvensional adalah negatif. Karena hasil penelitian justru menunjukkan hal sebaliknya yaitu algoritma C4.5 konvensional lebih akurat dibandingkan dengan algoritma C4.5 yang diintegrasikan dengan FIS Mamdani.

Dengan demikian pada kasus prediksi dropout mahasiswa lebih optimal apabila menggunakan algoritma C4.5 konvensional dibandingkan dengan algoritma C4.5 yang diintegrasikan dengan FIS Mamdani.

Kesimpulan dan Saran

Dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Algoritma C4.5 dapat diaplikasikan untuk prediksi dropout mahasiswa, begitu pula Algoritma C4.5 yang diintegrasikan dengan FIS Mamdani.
2. Pembangkitan aturan dari decision tree yang dihasilkan Algoritma C4.5 dapat diimplementasikan pada Fuzzy Inference System Mamdani. Yaitu pada tahapan yang kedua dalam menerapkan fungsi implikasi (aturan).
3. Nilai akurasi Algoritma C4.5 yang diujikan pada 100 dataset dengan label lulus sejumlah 86 dan label dropout 14 mahasiswa menghasilkan nilai akurasi 92%, sedangkan Algoritma C4.5 yang diimplementasikan dengan FIS Mamdani mendapat nilai akurasi yang lebih rendah yaitu 64%.
4. Prediksi dropout mahasiswa lebih optimal jika menggunakan Algoritma C4.5 konvensional dibandingkan dengan Algoritma C4.5 dengan FIS Mamdani.

Berikut saran yang penulis ingin sampaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan atribut lain yang merupakan faktor penyebab mahasiswa mengalami dropout agar mendapat nilai akurasi yang lebih tinggi.
2. Mengimplementasikan Algoritma C4.5 + FIS Mamdani pada kasus-kasus lain ada harapan untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih besar.
3. Agar dapat dengan mudah mengelola dataset dan mempermudah dalam perhitungan disarankan membuat aplikasi berbasis GUI.

Daftar Pustaka

- Abu-Oda, G. S., & El-Halees, A. M. (2015). Data Mining In Higher Education: University Student Dropoutcase Study. *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process (IJDKP) Vol.5, No.1, January 2015* , 15-27.
- Al-Hegami, A. S. (2017). Classical and Incremental Classification in Data Mining Process . *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security* , 179-187.
- Arham, S., Ahmad, A., & Ridfah. (2017). Penerimaan Diri Pada Mahasiswa Drop out. *Jurnal Psikoislamedia* .
- Berry, I. H. (2006). *Lecture Notes in DATA MINING*. USA: World Scientific.
- Dhika, H. (2015). Kajian Komparasi Penerapan Algoritma C4.5, Naïve Bayes, dan Neural Network dalam Pemilihan Mitra Kerja Penyedia Jasa Transportasi:Studi Kasus CV. Viradi Global Pratama. *Seminar Nasional Inovasi dan Tren (SNIT)* .
- Djumhur, & Surya, M. (1975). *Bimbingan dan penyuluhan di Sekolah*. Bandung: CV. Ilmu.
- Furqan, M. (2011). Penerapan Fuzzy Inference System (FIS) untuk Menentukan Kinerja Dosen Bidang Pengajaran STT Nurul Jadid. *Jurusan Teknik Informatika, STT Nurul Jadid Probolinggo* .
- Gamper , J., & Kacimi, M. (2012). *Data Warehousing and Data Mining (DWDM)*. Retrieved from <http://www.inf.unibz.it/dis/teaching/DWDM/slides2011/lesson5-Classification-2.pdf>
- Gunawan, A. H. (2010). *Sosiologi Pendidikan: Suatu Analisis Sosiologi Tentang Pelbagai Problem Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Hidayat, H. R., Mardi Putri, R. R., & Mahmudy, W. F. (2014). Sistem Pakar Penentuan Kebutuhan Pembelajaran Bahasa Inggris dengan Metode Fuzzy Inference System Mamdani. *Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijay* .
- Izzah, A., & Widyastuti, R. (2016). Prediksi Kelulusan Mata Kuliah Menggunakan Hybrid Fuzzy Inference System. *Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, Juli 2016, Volume 2 Nomor 2* , 60-67.
- Kamagi, D. H., & Hansun, S. (2014). Implementasi Data Mining dengan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa. *ULTIMATICS* , 15-20.
- Kurnialensya, T., & Syukur, A. (2013). Klasifikasi Penyakit Hipertensi Menggunakan Fuzzy Inference System Dengan Menggunakan Metode Tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi, Volume 9 Nomor 2* , 62-69.
- Kusumadewi, S. (2002). *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Maimon, O., & Rokach, L. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook (Second Edition)*. Tel Aviv: Springer.
- Murti, T., Abdillah, L. A., & Sobri, M. (2015). Sistem Penunjang Keputusan Kelayakan Pemberian Pinjaman Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Seminar Nasional Inovasi dan Tren (SNIT)* , 252-256.
- Naba, A. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Novita, N. (2016). Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Beasiswa. *Jurnal & Penelitian Teknik Informatika, Volume 1 Nomor 1* , 51-54.
- Nurhayati, S., Kusri, & Luthfi, T. E. (2015). Prediksi Mahasiswa Drop Out Menggunakan Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA* , 82-93.
- Oktavia, C. A., Rahmadwati, & S, P. B. (2015). Analisis Kinerja Algoritma C4.5 Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jenis Pelatihan. *Jurnal EECCIS* , 144-149.
- Pal, S. (2012). Mining Educational Data to Reduce Dropout rates of Engineering Students. *I.J. Information Engineering and Electronic Business* , 1-7.
- Parewe, A. A., & Mahmudy, W. F. (2016). Seleksi Calon Karyawan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi* .
- Prabowo, H. (2010). Knowledge Management Di Perguruan Tinggi. *Binus Business Review* , 407-415.
- Prasetyo, E. (2012). *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Puri, N., Khot, D., Shinde, P., Bhoite, K., & Maste, D. (2015). Student Placement Prediction Using ID3 Algorithm. *IJRASET* , 81-84.
- Quinlan, J. R. (1986). Induction of Decision Trees . *Kluwer Academic Publishers, Boston - Manufactured in The Netherlands* , 81-106.
- Rai, S., Saini, P., & Jain, A. K. (2014). Model for Prediction of Dropout Student Using ID3 Decision tree Algorithm. *IJARCSST* , 142-149.
- Sari, W. E., Wahyunggoro, O., & Fauziati, S. (2016). A Comparative Study on Fuzzy Mamdani-Sugeno-Tsukamoto for Childhood Tuberculosis Diagnosis. *AIP Conference Proceedings* .
- Shakeel, K., & Butt, N. A. (2015). Educational Data Mining to Reduce Student Dropout Rate by Using Classification.
- Suyanto. (2017). *Data Mining untuk Klasifikasi dan Klusterisasi Data*. Bandung: Informatika Bandung.
- Swastina, L. (2013). Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Penentuan Jurusan Mahasiswa. *Jurnal GEMA AKTUALITA* .
- Triayudi, A., & AZ, N. (2012). Analisa Sistem Penilaian Kinerja Guru Menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani: Studi Kasus UPT Dinas Pendidikan Kec. Penengahan Lampung Selatan. *Jurnal TICOM* .
- Untari , D. (2014). Data Mining Untuk Menganalisa Prediksi Mahasiswa Berpotensi Non-Aktif Menggunakan Metode Decision Tree C4.5.
- Witten, I. H., & Frank, E. (2005). *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques*. San Francisco: Elsevier.
- Wu, X., & Kumar, V. (2009). *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. CRC Press.
- Yulmaini. (2015). Penggunaan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa untuk Tugas Akhir. *Jurnal Informatika* .

