

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY DECISION TREE C4.5
UNTUK KLASIFIKASI STATUS KESEHATAN JANIN
PADA DATA CARDIOTOCOGRAPHY BERDASARKAN
*K-FOLD CROSS VALIDATION***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Matematika**

Oleh:

TASYA DEVITA

08011381924090



JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE FUZZY DECISION TREE C4.5 UNTUK KLASIFIKASI STATUS KESEHATAN JANIN PADA DATA CARDIOTOCOGRAPHY BERDASARKAN K-FOLD CROSS VALIDATION

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Metematika**

Oleh :

**TASYA DEVITA
NIM. 08011381924090**

Indralaya, April 2023

Pembimbing Pembantu

**Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si
NIP. 197011131996032002**

Pembimbing Utama

**Endang Sri Kresnawati, S.Si., M.Si
NIP. 197702082002122003**

Mengetahui,



**Dr. Sugandit Yandin, M.M
NIP. 195807271986031003**

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

**Nama Mahasiswa : Tasya Devita
NIM : 08011381924090
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika**

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, April 2023

Penulis



Tasya Devita

NIM. 08011381924090

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan berjudul "**Implementasi Metode Fuzzy Decision Tree C4.5 Untuk Klasifikasi Status Kesehatan Janin pada Data Cardiotocography Berdasarkan K-Fold Cross Validation**" dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains jurusan Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada orang tua tercinta, yaitu Bapak **Eriyadi** dan Ibu **Sri Djemiana** yang selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis, telah merawat dengan baik, membimbing, memberikan nasehat, memberikan kasih sayang, dan selalu memberikan dukungan untuk penulis selama ini. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu **Dr. Dian Cahyawati S, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Dr. Sisca Octarina, S.Si., M.Sc** selaku Pembimbing Akademik.
3. Ibu **Endang Sri Kresnawati, S.Si., M.Si** selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, tenaga, pikiran, nasihat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Ibu **Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si** selaku Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, tenaga, pikiran, nasihat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik..
5. Ibu **Dr. Yuli Andriani, S.Si., M.Si** selaku Ketua Seminar dan Ibu **Dr. Dian Cahyawati S, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris Seminar Tugas Akhir.
6. Bapak **Dr. Bambang Suprihatin, S.Si., M.Si** dan Ibu **Des Alwine Zayanti, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pengaji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan tanggapan dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam penggerjaan skripsi ini.
7. Seluruh **Staff Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan.
8. Saudara-saudariku yang tercinta **Mba Mita** dan **Kak Andre** serta keluarga besarku atas motivasi, semangat, dan do'a kepada penulis.
9. Sahabat-sahabatku **Andini, Anggraini, Siwi, Rahma, Nata, Gaya, Vira, Zahra, Miranda, Aisyah, Tania, Indri** yang telah memberikan dukungan.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuannya dalam penggerjaan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat serta menambah pengetahuan dan wawasan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Indralaya, April 2023

Penulis

**IMPLEMENTATION OF FUZZY DECISION TREE C4.5 METHOD FOR
CLASSIFICATION OF FETAL HEALTH STATUS IN
CADIOTOCOGRAPHY DATA BASED ON
K-FOLD CROSS VALIDATION**

By:

**TASYA DEVITA
NIM. 08011381924090**

ABSTRACT

The fetus or fetus is a creature in the womb that is developing after the embryo. Unhealthy maternal health conditions can threaten the health and safety of the fetus, as well as fetal health can threaten the health conditions of the mother to the developmental stage until death during childbirth. Worldwide, an estimated 2.8 million infants and pregnant women die each year. Therefore, the importance of monitoring is to determine the health condition of the fetus. In this study using secondary data taken from kaggle.com, the data consists of 2126 cases with 3 classifications of fetal conditions. Prediction of fetal health status in cardiotocography data using the fuzzy decision tree method based on k-fold cross validation produces an average accuracy value of 90,62%, micro precision of 85,94%, macro precision of 73,66%, micro recall of 85, 94%, and macro recall of 74,76%.

Keywords: Fetus, Cardiotocography, Fuzzy Decision Tree, K-Fold Cross Validation.

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY DECISION TREE C4.5 UNTUK
KLASIFIKASI STATUS KESEHATAN JANIN PADA DATA
*CARDIOTOCOGRAPHY BERDASARKAN K-FOLD CROSS VALIDATION***

Oleh:

**TASYA DEVITA
NIM. 08011381924090**

ABSTRAK

Janin atau *fetus* adalah makhluk dalam kandungan yang sedang berkembang setelah embrio. Kondisi kesehatan ibu yang tidak sehat dapat mengancam kesehatan dan keselamatan janin, begitu juga kesehatan janin dapat mengancam kondisi kesehatan ibu sampai tahap keguguran hingga kematian pada saat persalinan. Di seluruh dunia, diperkirakan 2,8 juta bayi dan ibu hamil meninggal setiap tahun. Oleh karena itu, pentingnya pemantauan untuk mengetahui kondisi kesehatan janin. Pada penelitian ini digunakan data sekunder yang diambil dari *kaggle.com*, data terdiri dari 2126 kasus dengan 3 klasifikasi kondisi janin. Prediksi status kesehatan janin pada data *cardiotocography* menggunakan metode *fuzzy decision tree* berdasarkan *k-fold cross validation* menghasilkan rata-rata nilai akurasi sebesar 90,62%, *precision* mikro sebesar 85,94%, *precision* makro sebesar 73,66%, *recall* mikro sebesar 85,94%, dan *recall* makro sebesar 74,76%.

Kata kunci: Janin, *Cardiotocography*, *Fuzzy Decision Tree*, *K-Fold Cross Validation*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kesehatan janin	6
2.2 <i>Cardiotocography</i>	6
2.2.1 <i>Fetal Heart Rate</i>	8
2.2.2 <i>Fetal Movement</i>	8
2.2.3 <i>Uterine Contraction</i>	9
2.3 <i>Classification</i>	9
2.4 <i>K-Fold Cross Validation</i>	10
2.5 Himpunan <i>Fuzzy</i>	10
2.6 Fungsi Keanggotaan	11
1. Representasi Kurva Segitiga (<i>Triangel</i>).....	11
2.7 <i>Decision Tree</i>	12
2.7.1 Algoritma C4.5.....	13
2.8 <i>Fuzzy Decision Tree</i>	14
2.9 <i>Fuzzy Entropy, Information Gain, Split Info, dan Gain Ratio</i>	14
2.10 <i>Confusion Matrix</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat.....	18
3.2 Waktu	18

3.3	Metode Penelitian.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
4.1	Deskripsi Data	20
4.2	Klasifikasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy Decision Tree</i>	21
4.2.1	Himpunan <i>Fuzzy</i>	21
4.2.2	Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	30
4.2.3	Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i>	35
4.2.4	<i>K-Fold Cross Validation</i>	35
4.2.5	<i>Fuzz Decision Tree</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		49
Lampiran		53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i>	16
Tabel 4.1 Deskripsi Data.....	20
Tabel 4.2 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel X_1	22
Tabel 4.3 Parameter himpunan <i>fuzzy</i> variabel X_1	22
Tabel 4.4 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel X_2	23
Tabel 4.5 Parameter himpunan <i>fuzzy</i> variabel X_2	23
Tabel 4.6 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel X_3	25
Tabel 4.7 Parameter himpunan <i>fuzzy</i> variabel X_3	25
Tabel 4.8 Interval dan parameter himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor.....	26
Tabel 4.9 Nilai keanggotaan terbesar variabel X_1	31
Tabel 4.10 Nilai keanggotaan terbesar variabel X_2	32
Tabel 4.11 Nilai keanggotaan terbesar variabel X_3	32
Tabel 4.12 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor	33
Tabel 4.13 Hasil transformasi data kategorik variabel klasifikasi janin	35
Tabel 4.14 Data <i>train</i> pada $k = 1$	36
Tabel 4.15 Data <i>test</i> pada $k = 1$	36
Tabel 4.16 Perhitungan <i>root tree</i> variabel prediktor metode FDT.....	37
Tabel 4.17 Perhitungan <i>node tree</i> 1.2 variabel X_7	39
Tabel 4.18 Perhitungan <i>node tree</i> 1.1.1 variabel X_{18}	40
Tabel 4.19 Perhitungan <i>node tree</i> 1.1.1.1 variabel X_1	42
Tabel 4.20 Perhitungan <i>node tree</i> 1.1.1.1.1 variabel X_8	43
Tabel 4.21 Perhitungan <i>node tree</i> 1.1.1.1.1.1 variabel X_9	44
Tabel 4.22 Tabel klasifikasi metode <i>Fuzzy Decision Tree C4.5</i>	45
Tabel 4.23 <i>Confusion matrix Fuzzy Decision Tree C4.5</i>	45
Tabel 4.24 Prediksi persentase ketepatan metode <i>Fuzzy Decision Tree C4.5</i>	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh kinerja <i>K-fold Cross Validation</i>	10
Gambar 2.2 Representasi kurva segitiga.....	12
Gambar 2.3 Bentuk struktur pohon <i>decision tree</i>	13
Gambar 4.1 Pohon keputusan <i>root node</i>	39
Gambar 4.2 Pohon keputusan <i>node 1.2</i>	40
Gambar 4.3 Pohon keputusan <i>node 1.1.1</i>	41
Gambar 4.4 Pohon keputusan <i>node 1.1.1.1</i>	42
Gambar 4.5 Pohon keputusan <i>node 1.1.1.1.1</i>	43
Gambar 4.6 Pohon keputusan <i>node 1.1.1.1.1.1</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pohon keputusan Metode FDT C4.5	53
Lampiran 2. Hasil transformasi data kategorik variabel klasifikasi janin.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Janin atau *fetus* adalah makhluk dalam kandungan yang sedang berkembang setelah embrio. Janin juga disebut calon bayi pada akhir minggu kedelapan kehamilan saat sistem organ dan struktur utama terbentuk. Menurut *World Health Organization* (WHO) bagi ibu dan bayinya, masa menjelang kelahiran adalah waktu yang sangat rentan. Di seluruh dunia, diperkirakan 2,8 juta bayi dan ibu hamil meninggal setiap tahun.

Kondisi kesehatan ibu yang tidak sehat dapat mengancam kesehatan dan keselamatan janin, begitu juga kesehatan janin dapat mengancam kondisi kesehatan ibu sampai tahap keguguran hingga kematian pada saat persalinan (Santoso & Musa, 2021). Secara umum kesejahteraan janin merupakan perkembangan janin dalam keadaan normal yang ditandai pada saat pemeriksaan dengan tidak adanya gangguan dan keluhan yang dirasakan oleh ibu hamil (Sastiana *et al.* 2022).

Pemantauan dan pemeriksaan bisa dilakukan untuk mengetahui kondisi kesehatan janin, salah satunya dengan metode *Cardiotocography* atau CTG yaitu alat yang mengukur detak jantung janin, aktivitas janin, dan kontraksi rahim untuk menggambarkan kesehatan janin. (Santoso & Musa, 2021). Pemeriksaan kondisi janin lebih awal, akan membuat dokter bisa lebih waspada dan dapat segera diberikan pertolongan jika terdeteksi gangguan pada kondisi kesehatan janin (Sastiana *et al.* 2022). Hasil pemeriksaan dari uji *cardiotocography* pada kesehatan janin akan dilakukan diagnosa.

Metode *data mining* akan diterapkan dalam penelitian ini. Menurut (Mardi, 2017) penggunaan *data mining* kumpulan data dalam jumlah besar dapat dilakukan pengklasifikasian dengan memprediksi dan memperoleh informasi bermanfaat. Pada *data mining* terdapat salah satu metode paling umum digunakan disebut *Classification*. Menurut Annisa (2019) metode *classification* bisa digunakan untuk memprediksi suatu objek dengan label kelas yang akan diklasifikasikan.

Klasifikasi memiliki beberapa metode salah satunya yaitu *decision tree* yang akan menghasilkan model klasifikasi. Algoritma C4.5 akan digunakan dalam penelitian ini untuk mencari pohon keputusan. Menurut Sulistiani dan Aldino (2020) menggunakan algoritma C4.5 dalam penelitiannya untuk klasifikasi program hibah bantuan biaya kuliah, kekurangan dari algoritma ID3 dapat diatasi dengan algoritma C4.5 yang merupakan pengembangan dari algoritma ID3. Agustina dan Wijanarto (2016) melakukan penelitian yang membandingkan algoritma C4.5 dan algoritma ID3 untuk klasifikasi penerima hibah pemasangan air minum pada PDAM di Kabupaten Kendal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma C4.5 memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi daripada algoritma ID3, dengan nilai sebesar 99,14%, sedangkan algoritma ID3 memiliki nilai sebesar 98,91%.

Metode *decision tree* menggunakan *flow chart* yang menyerupai struktur pohon, pada setiap *interval* node dinotasikan atribut yang diuji dan setiap cabang merepresentasikan hasil dari atribut, serta *leaf* node yang merepresentasikan klasifikasi tertentu (Islamiati & Widiartha, 2015). Penelitian ini menggabungkan *fuzzy* ke dalam proses *decision tree*. Menurut Medha dan Hapsari (2019), teknik

fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy untuk memprediksi objek yang termasuk ke dalam banyak kelas, serta meningkatkan akurasi prediksinya. Hasil penelitian mengenai analisis data kardiogram untuk penentuan gawat janin yang dilakukan oleh Karabulut dan Ibrikci (2014) dengan pendekatan *boosting* adaptif berbasis *decision tree* mendapatkan tingkat akurasi 95,01%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Hasanah *et al.* (2020) mendeteksi warna pada *game finding color* dengan metode *fuzzy decision tree* menggunakan *confusion matrix* diperoleh tingkat akurasi sebesar 94,4% dalam kondisi cahaya luar ruangan.

Teknik *k-fold cross validation* salah satu teknik dari *cross validation*, yang akan digunakan dalam penelitian ini selain menggabungkan fuzzy ke dalam proses pohon keputusan. Penggunaan *k-fold cross validation* akan membentuk dua bagian yaitu data *train* untuk proses pembelajaran dan data *test* untuk validasi data, yang akan mengevaluasi kinerja metode. Penelitian Anam dan Santoso (2018) yang membandingkan kinerja algoritma C4.5 dan *Naïve Bayes* untuk mengklasifikasi penerima beasiswa dengan menggunakan *10-fold cross validation* untuk evaluasi perbandingan kinerja model, hasilnya menunjukkan bahwa algoritma C4.5 memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi sebesar 96,40% daripada *Naïve Bayes* dengan tingkat akurasi sebesar 95,11%.

Berdasarkan hasil dari penelitian sebelumnya, dapat dilihat bahwa *fuzzy decision tree* C4.5 dapat mengklasifikasikan objek dengan baik, dan *k-fold cross validation* dapat menentukan seberapa akurat suatu model. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan mencoba untuk mengimplementasi metode *fuzzy decision tree* C4.5 untuk klasifikasi status kesehatan janin pada data *cardiotocography*

berdasarkan *k-fold cross validation*. Hasil prediksi yang akan diperoleh adalah nilai akurasi yang akurat untuk pengklasifikasian hasil uji *cardiotocography* pada status kesehatan janin.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasi metode *fuzzy decision tree C4.5* untuk klasifikasi status kesehatan janin pada data *cardiotocography* berdasarkan *k-fold cross validation*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data *Fetal Health Classification* dari website *kaggle.com* yang di publikasi pada tahun 2020. Data terdiri dari 2126 dengan 21 variabel prediktor dan 1 variabel target.
2. Data *train* dan data *test* diambil secara acak dengan menggunakan 10 *fold*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah memperoleh hasil klasifikasi status kesehatan janin pada data *cardiotocography* menggunakan metode *fuzzy decision tree C4.5* berdasarkan *k-fold cross validation*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penelitian ini:

1. Sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pengimplementasian *fuzzy decision tree C4.5* untuk klasifikasi status

kesehatan janin pada data *cardiotocography* berdasarkan *k-fold cross validation*.

2. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dan mempermudah tenaga medis dalam pengklasifikasian status kesehatan janin pada data *cardiotocography*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B. D. M., & Slamat, F. (2012). Klasifikasi data karyawan untuk menentukan jadwal kerja menggunakan metode decision tree. *Jurnal IPTEK*, 16(1), 18–23.
- Agustina, D. melina, & Wijanarto. (2016). Analisis perbandingan algoritma id3 dan c4.5 untuk klasifikasi penerima hibah pemasangan air minum pada pdam kabupaten kendal. *Journal of Applied Intelligent System*, 1(3), 234–244.
- Anam, C., & Santoso, H. B. (2018). Perbandingan kinerja algoritma c4.5 dan naive bayes untuk klasifikasi penerima beasiswa. *Energy - Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 8(1), 13–19.
- Annisa, R. (2019). Analisis komparasi algoritma klasifikasi data mining untuk prediksi penderita penyakit jantung. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*, 3(1), 22–28.
- Ashari, M. Y., Fauzan, A. C., & Muhamat, H. M. (2022). Perbandingan kinerja sistem klasifikasi berbasis k-fold cross validation pada algoritma decision tree id3 dan c5.0. *Jurnal ICT : Information Communication & Technology*, 21(1), 44–52.
- Febriana, U., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2018). Klasifikasi penyakit typhoid fever dan dengue haemoragic fever dengan menerapkan algoritma decision tree c4.5. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), 1275–1282.
- Fuadina, I., Hendry, J., & Zulherman, D. (2019). Performance analysis of fetal-phonocardiogram signal denoising using the discrete wavelet transform. *Jurnal Infotel*, 11(4), 99–107.
- Handarko, J. L., & Alamsyah. (2015). Implementasi fuzzy decision tree untuk mendiagnosa penyakit hepatitis. *Journal of Mathematics*, 4(2), 157–164.
- Hao, D., et al. (2019). Development of electrohysterogram recording system for monitoring uterine contraction. *Journal of Healthcare Engineering*, 2019, 9.
- Hasanah, R., Hidayat, E. W., & Kurniati, N. I. (2020). Implementasi deteksi warna pada game finding color menggunakan ekstraksi fitur warna dan fuzzy decision tree. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(1), 137–148.
- Ikhwan, A. (2019). Penerapan fuzzy mamdani untuk sistem pendukung keputusan pemilihan laptop. *Jurnal Fasilkom*, 9(2), 476–483.
- Iriadi, N., & Nuraeni, N. (2016). Kajian penerapan metode klasifikasi data kelayakan kredit pada bank. *Jurnal Teknik Komputer*, 02(1), 132–137.
- Islamiati, S., & Widiartha, I. M. (2015). Klasifikasi penyakit jantung menggunakan metode decision tree dengan penerapan algoritma c5.0. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya, Bali.

- Karabulut, E. M., & Ibrikci, T. (2014). Analysis of cardiotocogram data for fetal distress determination by decision tree based adaptive boosting approach. *Journal of Computer and Communications*, 02(09), 32–37.
- Kartika, R., & DC, T. (2020). Klasifikasi nilai swr ideal antena berbahan dasar allumunium dengan logika fuzzy. *Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 16(2), 129–142.
- Khalid, Rintyarna, B. S., & Arifin, A. Z. (2011). Klasifikasi data cardiotocography dengan integrasi metode neural network dan particle swarm optimization. *IES (Industrial Electronics Seminar)*, 2011(IES), 978–979.
- Kurniawan, Y. I. (2017). Sistem pendukung keputusan penentuan kelolosan beasiswa sekolah menengah kejuruan menggunakan metode fuzzy. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 13–17.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan. Edisi 2. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Mardi, Y. (2017). Data mining: klasifikasi menggunakan algoritma c4.5. *Jurnal Edik Informatika*, 2(2), 213–219.
- Marques, J. A. L., et al. (2019). Automatic cardiotocography diagnostic system based on hilbert transform and adaptive threshold technique. *IEEE Access*, 7, 73085–73094.
- Medha, I. A., & Hapsari, D. P. (2019). Implementing fuzzy decision tree for predicting liver disease of ILPD. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 5(2).
- Nasution, M. R. A., & Hayaty, M. (2019). Perbandingan akurasi dan waktu proses algoritma k-nn dan svm dalam analisis sentimen twitter. *Jurnal Informatika*, 6(2), 226–235.
- Navianti, D. R., et al. (2012). Penerapan fuzzy inference system pada prediksi curah hujan di Surabaya Utara. *Jurnal Sains dan Seni*, 1(1). 28-36
- Pratiwi, B. P., Handayani, A. S., & Sarjana, S. (2021). Pengukuran kinerja sistem kualitas udara dengan teknologi wsn menggunakan confusion matrix. *Jurnal Informatika Upgris*, 6(2), 66–75.
- Rohim, A., Sari, Y. A., & Tibyani. (2019). Convolution neural network untuk pengklasifikasian citra makanan tradisional. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(7), 7038–7042.
- Salim, T., & Giap, Y. C. (2017). Data mining identifikasi website phising menggunakan algoritma c4.5. *Technology Acceptance Model*, 8, 130–135.
- Samutri, E., & Endriyani, L. (2021). Education of fetal movement counting: an effort to increase knowledge and compliance of pregnant women to do self-assessment of fetal wellbeing. *Journal of Nursing and Midwifery*, 9(1), 68.

- Santoso, M. R., & Musa, P. (2021). Rekomendasi kesehatan janin dengan penerapan algoritma c5.0 menggunakan classifying cardiotocography dataset. *Jurnal Simantec*, 9(2), 65–76.
- Sastiana, D. N. H., Agustina, M., & Purnamasari, E. R. W. (2022). Musik lullaby menurunkan irama cardiotocography. *Jurnal Masyarakat Sehat Indonesia*, 1(8.5.2017), 2003–2005.
- Septiani, W. D. (2017). Komparasi metode klasifikasi data mining algoritma c4.5 dan naive bayes untuk prediksi penyakit hepatitis. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 13(1), 76–84.
- Soetrisno, Wahyuningtyas, G., & Mukhlash, I. (2015). The application of fuzzy-rough set decision tree for credit rating. *Journal of Soft Computing and Decision Support Systems*, 2(5), 1–6.
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing and Management*, 45(4), 427-437.
- Sulistiani, H., & Aldino, A. A. (2020). Decision tree c4.5 algorithm for tuition aid grant program classification. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 7(1), 40–50.
- Tempola, F., Muhammad, M., & Khairan, A. (2018). Perbandingan klasifikasi antara knn dan naive bayes pada penentuan status gunung berapi dengan k-fold cross validation. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(5), 577–584.
- Utomo, D. P., & Mesran, M. (2020). Analisis komparasi metode klasifikasi data mining dan reduksi atribut pada data set penyakit jantung. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(2), 437.
- Wantoro, A., et al. (2018). Komparasi metode perhitungan klasik dengan logika fuzzy (mamdani dan sugeno) pada perhitungan pemilihan mahasiswa terbaik. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 15(1), 42–50.
- Widiawati, I., et al. (2021, Desember 14-16). Fetal movement monitoring prototype design based on non-invasive fetal electrocardiogram. *Proceeding of the 4th International Conference on Interprofessional Health Collaboration and Community Empowerment*, Bandung.
- Wulan, E. R., & Andyan, V. (2013). Model eoq fuzzy dengan fungsi trapesium dan segitiga menggunakan backorder parsial. *Jurnal Kajian Islam, Sains Dan Teknologi*, 07(2), 89–105.
- Zulfa, N., Auliya, R. I., & Zaenal, A. (2021). Analisis data mining untuk clustering kasus covid-19 di Provinsi Lampung dengan algoritma k-means. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(2), 100.