

ANALISIS ALGORITMA C4.5 DAN FUZZY SUGENO UNTUK OPTIMASI RULE BASE FUZZY

Jonson Manurung^{*1}, Bosker Sinaga², Paska Marto Hasugian³, Logaraj⁴, Sethu Ramen⁵
^{1,2,3,4,5}Rekayasa Perangkat Lunak, STMIK Pelita Nusantara
Jalan Iskandar Muda No.1 Medan, Sumatera Utara, Indonesia
E-mail : *jhonson.geo@gmail.com

ABSTRAK- Logika fuzzy dapat mengatasi ketidakmampuan matematika konvensional untuk model sistem nonlinear. Fuzzy sugeno merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam logika fuzzy. Penggunaan metode sugeno dapat mengatasi masalah sistem non linear. Kelemahan dari logika fuzzy adalah meningkatnya beban komputasi yang bertambah secara eksponensial seiring dengan bertambahnya jumlah variabel dan jumlah aturan dalam logika fuzzy. Beberapa cara telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya untuk mengurangi beban komputasi, diantaranya dengan mengurangi sejumlah aturan dalam logika fuzzy. Mengurangi sejumlah aturan akan berdampak pada tingkat akurasi fuzzy yang berkurang. Pada penelitian ini, menggunakan algoritma C4.5 sebagai optimasi rule fuzzy. Hasil perbandingan metode fuzzy sugeno yang diintegrasikan dengan algoritma C4.5 mendapatkan hasil akurasi sebesar 88,57 %. Jumlah luaran yang awalnya 288 rule menjadi hanya 57 rule, hal tersebut menyebabkan beban komputasi berkurang. Disamping beban komputasi yang berkurang, hal tersebut berdampak pada berkurangnya tingkat akurasi.

Kata kunci : Algoritma C4.5, Base Fuzzy, Optimasi, Sugeno.

1. PENDAHULUAN

Logika fuzzy ini bertujuan mengatasi ketidakmampuan matematika konvensional untuk model sistem nonlinear yang cenderung berubah-ubah dan tidak tetap. Kemampuannya dalam menyimpulkan hasil yang valid dari basis aturan yang berisi pengetahuan diekstraksi dari seorang ahli menjadikan logika fuzzy sangat populer dikalangan para peneliti[2].

Penggunaan nilai fuzzy secara signifikan meningkatkan keakuratan dalam system nonlinear. Kelemahan dari penggunaan logika fuzzy adalah meningkatnya beban komputasi yang bertambah secara eksponensial seiring dengan bertambahnya jumlah variable dan jumlah aturan dalam logika fuzzy[4]. Hal tersebut membuat penggunaan memori yang sangat besar. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dengan mengurangi sejumlah aturan yang terdapat pada fuzzy dapat mengurangi jumlah penggunaan memori. Sebagai akibat dari pengurangan jumlah aturan, maka tingkat akurasi fuzzy semakin berkurang[3].

Fuzzy inference system (FIS) merupakan salah satu bagian dari logika fuzzy. FIS ini dapat melakukan penalaran seperti manusia. FIS membutuhkan angka sebagai input dan kemudian menerjemahkannya kedalam istilah linguistik seperti kecil, sedang, dan besar. Terdapat beberapa jenis FIS yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. Metode Mamdani dan Sugeno merupakan dua metode yang sering digunakan para peneliti dalam penelitiannya, akan tetapi metode Mamdani dan Sugeno memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Adapun kelebihan dari metode Mamdani adalah metode ini lebih intuitif dan cara kerjanya yang lebih mirip manusia. Namun FIS Mamdani

memiliki masalah dalam hal komputasi. Sedangkan metode Sugeno lebih adaptif dalam hal optimasi, komputasi lebih efisien terutama dalam hal sistem dinamis nonlinear[8].

Data mining merupakan proses pencarian pola dan tren di dalam data set yang besar[7]. Salah satu metode yang ada di dalam data mining adalah metode klasifikasi, yaitu perkiraan nilai variabel sasaran yang berupa data kategori[10]. Dalam metode klasifikasi salah satunya Decision Tree. Di dalam Decision Tree terdapat beberapa algoritma diantaranya ID3, CART, dan C4.5[5].

Algoritma C4.5 adalah salah satu metode Decision Tree yang populer. Algoritma ini mampu menghasilkan pohon keputusan dan sejumlah aturan dengan pemahaman yang sangat sederhana. Algoritma C4.5 sangat baik dalam masalah data mining karena menyediakan akurasi yang baik. Algoritma ini menggunakan metode Divide and Conquer yakni membagi dan mengelompokkan data yang sesuai nilai gain yang diperoleh. Gain adalah pengurangan entropy untuk membagi data secara optimal. Entropi merupakan ukuran ketidakpastian di dalam atribut. Contoh dari atribut adalah kelembapan, cuaca, temperature, dan sebagainya.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan algoritma C4.5 untuk mengklasifikasikan pengambilan keputusan yang dikembangkan bersama metode fuzzy Sugeno dengan mengambil aturan fuzzy yang disediakan oleh pakar. Aturan yang diambil dari pakar tersebut dipangkas agar menjadi lebih ringkas. Kemudian, dari hasil tersebut akan dibandingkan tingkat akurasi dari fuzzy Sugeno tanpa algoritma C4.5 dan fuzzy Sugeno yang telah diintegrasikan dengan algoritma C4.5.

Logika fuzzy dimulai dengan konsep himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy didefinisikan sebagai suatu sistem tanpa anggota tertentu yang memiliki batas yang jelas. Himpunan fuzzy dapat mencakup semua elemen dari semesta pembicaraan hanya dengan satu derajat relatif dari keanggotaan[1].

Fungsi keanggotaan didefinisikan sebagai representasi dari besarnya nilai keanggotaan setiap masukan. Nilai keanggotaan dari masing-masing input yang diproses pada akhirnya akan digunakan untuk menentukan respon output. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang direpresentasikan dalam bentuk kurva didalam logika fuzzy, diantaranya fungsi keanggotaan linear, segitiga, trapesium, dan lonceng[6].

Fuzzifikasi adalah proses mengubah bilangan crisp kedalam himpunan bilangan fuzzy berdasarkan range untuk setiap variabel masukan. Dalam proses fuzzifikasi ini terdapat dua hal yang harus diperhatikan yaitu nilai masukan dan keluaran serta fungsi keanggotaan (membership function). Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1[9].

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai fuzzy kedalam nilai tegas (crisp). Proses defuzzifikasi merupakan kebalikan metode fuzzifikasi, yaitu mengubah nilai crisp kedalam nilai fuzzy[12].

Proses data mining adalah alur yang mengandung banyak tahapan seperti data pembersihan, ekstraksi fitur, dan desain algoritmik. Pada bagian ini, kita akan mempelajari ini fase yang berbeda.

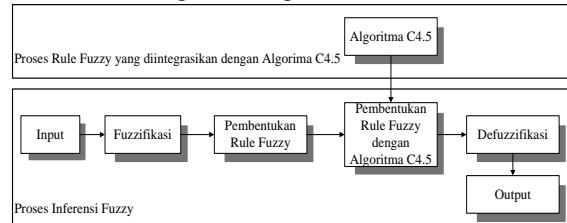
2. METODOLOGI

Peneliti mengambil data pada SMK N 1 Kutalimbaru, data yang didapat berupa komponen penilaian dan kriteria penilai uji kompetensi siswa multimedia pada SMK N 1 Kutalimbaru. Kemudian dari data tersebut dibuatlah suatu range penilaian dan variable himpunan fuzzy yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dari variabel himpunan tersebut dibuatlah aturan fuzzy, yang kemudian aturan fuzzy tersebut diringkas dengan menggunakan metode klasifikasi.

Rancangan penelitian yang dusulkan mengikuti tahap-tahap sebagai berikut :

- a) Data inputan yang diambil dari siswa jurusan multimedia SMK N 1 Kutalimbaru,

- b) Data kemudian diproses menggunakan metode fuzzifikasi dan menghasilkan output berupa nilai keanggotaan dari setiap variable,
- c) Pada saat proses penentuan rule, rule yang digunakan adalah rule fuzzy yang telah diintegrasikan menggunakan algoritma C4.5,
- d) Proses defuzzifikasi dilakukan dengan mencari nilai rata-rata yang dilakukan menggunakan metode Weight Average(WA).



Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

2.1. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Adapun variabel yang digunakan sebagai inputan dalam mesin inferensi fuzzy, yaitu persiapan kerja, proses/cara kerja, hasil kerja, sikap kerja, dan waktu. Himpunan fuzzy untuk setiap variable akan direpresentasikan sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Himpunan Fuzzy

No	Variabel Fuzzy	Himpunan Fuzzy	
1	Persiapan	Kurang	(K)
		Lengkap	(L)
		Sangat Lengkap	(SL)
2	Proses	Belum Sesuai	(BS)
		Agak Sesuai	(AS)
		Sesuai	(S)
		Sangat Sesuai	(SS)
3	Hasil	Rendah	(R)
		Sedang	(S)
		Tinggi	(T)
		Sangat Tinggi	(ST)
4	Sikap	Buruk	(Br)
		Sedang	(S)
		Baik	(B)
5	Waktu	Lama	(L)
		Cepat	(C)

2.2. Basis Pengetahuan

Basis Pengetahuan berupa rule yang didapatkan melalui pengetahuan dan pengalaman pakar dalam penentuan nilai dan criteria. Rule terbentuk adalah berikut:

Tabel 2. Aturan Fuzzy

Rule	Persiapan	Proses	Hasil	Sikap	Waktu	Ket	Nilai
1	Kurang	Belum Sesuai	Rendah	Buruk	Lama	TL	25.00
2	Kurang	Belum Sesuai	Rendah	Buruk	Cepat	TL	32.50
3	Kurang	Belum Sesuai	Rendah	Sedang	Lama	TL	28.75
4	Kurang	Belum Sesuai	Rendah	Sedang	Cepat	TL	36.25
5	Kurang	Belum Sesuai	Rendah	Baik	Lama	TL	32.50

Rule	Persiapan	Proses	Hasil	Sikap	Waktu	Ket	Nilai
6	Kurang	Belum Sesuai	Rendah	Baik	Cepat	TL	40.00
7	Kurang	Belum Sesuai	Sedang	Buruk	Lama	TL	35.00
8	Kurang	Belum Sesuai	Sedang	Buruk	Cepat	TL	42.50
9	Kurang	Belum Sesuai	Sedang	Sedang	Lama	TL	38.75
10	Kurang	Belum Sesuai	Sedang	Sedang	Cepat	TL	46.25
11	Kurang	Belum Sesuai	Sedang	Baik	Lama	TL	42.50
12	Kurang	Belum Sesuai	Sedang	Baik	Cepat	TL	50.00
13	Kurang	Belum Sesuai	Tinggi	Buruk	Lama	TL	45.00
14	Kurang	Belum Sesuai	Tinggi	Buruk	Cepat	TL	52.50
15	Kurang	Belum Sesuai	Tinggi	Sedang	Lama	TL	48.75
.
.
.
282	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	90.00
283	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Sangat Tinggi	Buruk	Lama	LULUS	82.50
284	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Sangat Tinggi	Buruk	Cepat	LULUS	90.00
285	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Sangat Tinggi	Sedang	Lama	LULUS	86.25
286	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Sangat Tinggi	Sedang	Cepat	LULUS	93.75
287	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Sangat Tinggi	Baik	Lama	LULUS	90.00
288	Sangat Lengkap	Sangat Sesuai	Sangat Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	97.50

Variabel nilai didapat dari data sebenarnya dan digunakan sebagai nilai z pada setiap aturan fuzzy. Pada tahap klasifikasi, variabel nilai tidak digunakan sebagai kriteria. Variabel yang digunakan pada saat proses klasifikasi adalah variabel persiapan, proses, hasil, sikap, waktu, dan keterangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Klasifikasi Aturan Menggunakan Algoritma C4.5

Pada tahap ini, aturan yang didapat dari para ahli sebanyak 288 rule. Aturan sebanyak 288 ini akan diklasifikasikan menggunakan algoritma C4.5.

Tahap klasifikasi menggunakan informasi gain dan entropy.

3.2. If-Then Rule C4.5

Setelah dilakukan klasifikasi rule menggunakan algoritma C4.5, maka terbentuklah rule sebanyak 57 Rule. Terdapat 37 rule yang berhasil diklasifikasikan, dan rule selebihnya tetap digunakan dalam perhitungan ini. Sisa rule setelah diklasifikasikan adalah sebanyak 20 rule. Dari keseluruhan rule yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Aturan Fuzzy Menggunakan Algoritma C4.5

R	Persiapan	Proses	Hasil	Sikap	Waktu	Ket	Nilai
1			Rendah			TL	10.00
2		Belum_Sesuai	Sedang			TL	27.50
3		Agak_Sesuai	Sedang			TL	36.07
4		Sesuai	Sedang			TL	44.64
5	Kurang	Sangat_Sesuai	Sedang			TL	52.50
6	Lengkap	Sangat_Sesuai	Sedang			TL	55.83
7		Sangat_Sesuai	Sedang	Buruk		TL	52.50
8		Sangat_Sesuai	Sedang	Sedang		TL	56.25
9	Sangat_Lengkap	Sangat_Sesuai	Sedang		Lama	TL	62.50
10		Sangat_Sesuai	Sedang	Baik	Lama	TL	62.50

R	Persiapan	Proses	Hasil	Sikap	Waktu	Ket	Nilai
11		Belum_Sesuai	Tinggi			TL	37.50
12		Agak_Sesuai	Tinggi			TL	46.07
13		Sesuai	Tinggi		Lama	TL	57.14
14	Kurang	Sesuai	Tinggi		Cepat	TL	67.14
15		Sesuai	Tinggi	Buruk	Cepat	TL	67.14
16	Kurang	Sangat_Sesuai	Tinggi		Lama	TL	65.00
17	Lengkap	Sangat_Sesuai	Tinggi		Lama	TL	68.33
18		Sangat_Sesuai	Tinggi	Buruk	Lama	TL	65.00
19		Sangat_Sesuai	Tinggi	Sedang	Lama	TL	68.75
20	Sangat_Lengkap	Sangat_Sesuai	Tinggi		Cepat	LULUS	80.00
21		Sangat_Sesuai	Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	80.00
22		Belum_Sesuai	Sangat_Tinggi			TL	45.00
23	Kurang	Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi			TL	56.07
24	Lengkap	Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi			TL	59.40
25		Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi	Buruk		TL	56.07
26		Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi	Sedang		TL	59.82
27	Sangat_Lengkap	Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi		Lama	TL	66.07
28		Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi	Baik	Lama	TL	66.07
29	Kurang	Sesuai	Sangat_Tinggi		Lama	TL	67.14
30		Sesuai	Sangat_Tinggi	Buruk	Lama	TL	67.14
31	Lengkap	Sesuai	Sangat_Tinggi		Cepat	LULUS	77.98
32	Sangat_Lengkap	Sesuai	Sangat_Tinggi		Cepat	LULUS	82.14
33		Sesuai	Sangat_Tinggi	Sedang	Cepat	LULUS	78.39
34		Sesuai	Sangat_Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	82.14
35		Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi		Cepat	LULUS	77.50
36	Sangat_Lengkap	Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi		Lama	LULUS	80.00
37		Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi	Baik	Lama	LULUS	80.00
38	Kurang	Sesuai	Sangat_Tinggi	Buruk	Cepat	TL	77.14
39	Kurang	Sangat_Sesuai	Tinggi	Buruk	Cepat	TL	75.00
40	Kurang	Sangat_Sesuai	Tinggi	Sedang	Cepat	TL	78.75
41	Kurang	Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi	Buruk	Lama	TL	75.00
42	Kurang	Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi	Sedang	Lama	TL	78.75
43	Lengkap	Sesuai	Tinggi	Sedang	Cepat	TL	76.73
44	Lengkap	Sesuai	Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	80.48
45	Lengkap	Sesuai	Sangat_Tinggi	Sedang	Lama	TL	76.73
46	Lengkap	Sesuai	Sangat_Tinggi	Baik	Lama	LULUS	80.48
47	Lengkap	Sangat_Sesuai	Tinggi	Buruk	Cepat	TL	78.33
48	Lengkap	Sangat_Sesuai	Tinggi	Sedang	Cepat	LULUS	82.08
49	Lengkap	Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi	Buruk	Lama	TL	78.33
50	Lengkap	Sangat_Sesuai	Sangat_Tinggi	Sedang	Lama	LULUS	82.08
51	Sangat_Lengkap	Agak_Sesuai	Sangat_Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	83.57
52	Sangat_Lengkap	Sesuai	Tinggi	Sedang	Cepat	LULUS	80.89
53	Sangat_Lengkap	Sesuai	Tinggi	Baik	Cepat	LULUS	84.64

R	Persiapan	Proses	Hasil	Sikap	Waktu	Ket	Nilai
54	Sangat_Lengkap	Sesuai	Sangat_Tinggi	Sedang	Lama	LULUS	80.89
55	Sangat_Lengkap	Sesuai	Sangat_Tinggi	Baik	Lama	LULUS	84.64
56	Sangat_Lengkap	Sangat_Sesuai	Sedang	Baik	Cepat	LULUS	80.00
57	Sangat_Lengkap	Sangat_Sesuai	Tinggi	Baik	Lama	LULUS	82.50

3.3. Evaluasi Rule

Setelah dilakukan klasifikasi rule menggunakan metode C4.5, maka terbentuklah rule sebanyak 57 Rule. Terdapat 37 rule yang berhasil diklasifikasikan, sedangkan sisanya

sebanyak 20 rule tidak terklasifikasi sehingga rule tersebut tetap digunakan untuk menjaga keakuratan rule fuzzy. Dari keseluruhan rule yang akan digunakan maka dihasilkan nilai sebagai berikut :

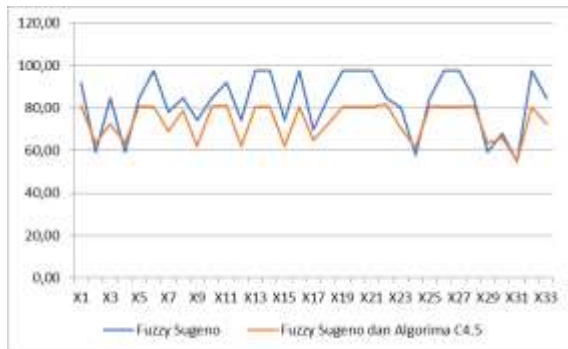
Tabel 4. Hasil Evaluasi Rule

No	Nama Peserta	Kriteria penilaian					Hasil fuzzy sugeno	Hasil Fuzzy Sugeno Dan Algoritma C4.5	Tingkat Akurasi (%)
		Persiapan	Proses	Hasil	Sikap	Waktu			
1	Adi...	11	23	30	8	3	92.14	81.339	88.275
2	Ram...	8	16	21	6	1	59.20	63.46	93.281
3	Des...	12	21	26	8	3	84.64	72.619	85.794
4	Eko...	8	16	21	6	1	59.20	63.46	93.281
5	Fit...	12	19	26	8	3	84.64	80.875	95.548
6	Arf...	11	26	28	8	3	97.50	80.536	82.601
7	Mas...	11	20	23	6	2	78.27	68.961	88.109
8	Mud...	12	23	25	7	3	84.64	78.827	93.129
9	Mut...	11	16	23	6	3	74.20	62.124	83.730
10	Mut...	12	23	26	8	3	84.64	80.875	95.548
11	Mya...	11	23	30	8	3	92.14	81.339	88.275
12	Nur...	11	16	23	6	3	74.20	62.124	83.730
13	Onn...	12	27	29	8	3	97.50	80.536	82.601
14	Put...	12	27	29	8	3	97.50	80.536	82.601
15	Riz...	11	16	23	6	3	74.20	62.124	83.730
16	Zul...	11	26	28	8	3	97.50	80.536	82.601
17	Agu...	12	16	23	6	2	69.70	64.713	92.850
18	Cin...	12	21	26	8	3	84.64	72.619	85.794
19	Har...	12	27	29	8	3	97.50	80.536	82.601
20	Mut...	11	26	28	8	3	97.50	80.536	82.601
21	Rez...	11	26	28	6	3	97.50	80.536	82.601
22	Tam...	12	24	26	8	4	84.64	82.083	96.976
23	Res...	12	19	26	8	3	80.36	70.548	87.793
24	Ame...	8	16	21	5	1	57.93	61.438	94.285
25	Gio...	12	20	26	8	3	84.64	80.875	95.548
26	Fit...	11	26	28	8	3	97.50	80.536	82.601
27	Lai...	12	27	29	8	3	97.50	80.536	82.601
28	Rez...	10	24	25	7	4	84.64	80.875	95.548
29	Cha...	8	16	21	6	1	59.20	63.46	93.281
30	Jua...	9	18	22	6	2	68.07	66.062	97.057
31	Far...	11	15	18	4	1	54.82	55.188	99.335
32	Dam...	11	26	28	8	3	97.50	80.536	82.601
33	Afi...	12	21	26	8	3	84.64	72.619	85.794

Hasil yang didapat dengan rule yang telah dioptimasi menggunakan algoritma C4.5 memiliki tingkat akurasi rata-rata adalah 88,57%.

Grafik perbandingan metode fuzzy sugeno dan metode fuzzy sugeno yang dintegrasikan

menggunakan algoritma C4.5 adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Perbandingan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- Hasil perbandingan metode fuzzy sugeno yang diintegrasikan dengan algoritma C4.5 mendapatkan hasil akurasi sebesar 88,57 %.
- Jumlah aturan yang awalnya 288 rule menjadi hanya 57 rule, hal tersebut menyebabkan beban komputasi berkurang.
- Disamping beban komputasi yang berkurang, hal tersebut berdampak pada berkurangnya tingkat akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, G. L., & Gupta, H. (2013). Optimization of C4.5 Decision Tree Algorithm for Data Mining Application. *IJETAE*, 3(3), 341–345. www.ijetae.com
- A. H. Zavala and O. C. Nieto, "Fuzzy Hardware: A Retrospective and Analysis," in *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 20, no. 4, pp. 623-635, Aug. 2012, doi: 10.1109/TFUZZ.2011.2181179.
- P. Albertos and A. Sala, "Fuzzy logic controllers. Advantages and drawbacks," in *Proc. 8th Congr. Latinoamericano Control Autom.*, 1998, pp. 833–844.
- Kapitanova, K., Son, S. H., & Kang, K. D. (2012). Using fuzzy logic for robust event detection in wireless sensor networks. *Ad Hoc Networks*, 10(4), 709–722. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2011.06.008>
- Larose, D. T., & Larose, C. D. (n.d.). *Discovering Knowledge In Data An Introduction to Data Mining Second Edition* Wiley Series on Methods and Applications in Data Mining.
- Lavanya, D., & Rani, K. U. (2011). Performance Evaluation of Decision Tree Classifiers on Medical Datasets.

- International Journal of Computer Applications, 26(4), 1–4. <https://doi.org/10.5120/3095-4247>.
- N. Mayana, B. Tarigan, M. Iqbal, and S. Barus, "Data Mining of Data Processing Items using Apriori Algorithm in Selly Sport & Electronic Shop in Perbaungan," *Login J. Teknol. Komput.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–5, 2019, doi: <https://doi.org/10.24224/login.v13i2.7>.
- Pang, L. M., Tay, K. M., & Lim, C. P. (2016). Monotone fuzzy rule relabeling for the zero-order TSK fuzzy inference system. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 24(6), 1455–1463. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2016.2540059>
- Perangin-Angin, R., Jaya, I. K., & Rumahorbo, B. (2020). Kombinasi Time Series Dengan Fuzzy Inferency System Untuk Model Prediksi Inflasi Dengan Akurasi Tinggi. <https://ejournal.stmik-time.ac.id/index.php/jurnalTIMES/article/view/632/173>
- Sari, P., & Sinaga, B. (2018). Aplikasi Data Mining Dengan Menggunakan Algoritma Apriori Untuk Penjualan Produk Terbesar Pada CV. Sakura Photo. Program Studi Teknik Informatika, STMIK Pelita Nusantara Medan. e-ISSN 2580-9741 p-ISSN 2088-3943.
- W. Septiani, "Optimasi Algoritma C4.5 Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Prediksi Penyakit Hepatitis", *inti*, vol. 15, no. 1, pp. 59–64, Jul. 2020.
- Suhada, S., & Riana, D. (2016). Perbandingan Defuzzifikasi Centroid Dan Maximum Defuzzifier Pada Metode Fuzzy Inference System Untuk Diagnosis Penyakit Jantung. <http://www.nusamandiri.ac.id>

Contac person Author: Jonson Manurung
Hp : 0813-6108-1639
Bosker Sinaga
Hp : 0853-7267-0161
Paska Marto Hasugian
Hp : 0812-6445-1404
Logaraj
Hp : 0821-6863-9549
Sethu Ramen
Hp : 0831-9427-1753