

Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Kinerja Peralatan Pembangkit Listrik Menggunakan Algoritma C4.5

Rendy Arianda Edwin
Informatika
Email: Rendyared12@gmail.com

Abstrak

Kondisi yang ada saat ini adalah belum adanya analisis data lembar kerja operator yang digunakan untuk membantu pegawai dalam membuat laporan kesiapan operasi peralatan pembangkit, laporan peralatan yang harus dilakukan pemeliharaan serta laporan kinerja peralatan terhadap pengaruh produksi listrik yang dihasilkan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan pada permasalahan ini dengan data mining untuk klasifikasi peralatan kinerja peralatan menggunakan algoritma C4.5. Metode Pengumpulan data yang digunakan yaitu metode dokumentasi, dan observasi untuk memperoleh data yang diperlukan melalui data yang telah tersedia maka akan memberikan kemudahan kepada peneliti untuk melakukan penelitian. Tools yang digunakan dalam penerapan data mining adalah Weka, Pengukuran Kinerja klasifikasi menggunakan k-fold cross validation. Hasil penelitian berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan akan menghasilkan output klasifikasi peralatan yang normal dan peralatan yang tidak normal pada peralatan yang ada di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan.

Kata Kunci: Data Mining, Klasifikasi, Algoritma C4.5, Kinerja Peralatan.

PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan adalah salah satu kegiatan usaha yang dimiliki PT PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, mempunyai 4 unit usaha Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berkapasitas 2x100 MegaWatt (MW). PT PLN(Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan ini berlokasi di Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, dan terletak di tepi Teluk Lampung yang berjarak lebih kurang 15 Km dari pusat kota Bandar Lampung(Wantoro, Samsugi, et al., 2021)(Wantoro, 2021)(Budiman, Sunariyo, et al., 2021)(Wibowo et al., 2012)(Tantowi et al., 2021). Permasalahan yang terjadi pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan dalam lingkup data kinerja kesiapan operasi peralatan yaitu belum adanya analisa data kesiapan operasi peralatan, dimana data yang didapat dari operator dan bagian prediktif maintenance hanya dilakukan sebagai bahan laporan bulanan ke atasan tanpa ada rekomendasi perubahan parameter operasi terhadap kesiapan operasi peralatan(Santikha et al., 2021)(Sulistiani et al., 2021)(Reranta & Gulö, n.d.)(Sulistiani & Wibowo, 2018)(Fernando et al., 2021). Hal ini dapat menyebabkan dioperasikannya peralatan pendukung dalam keadaan tidak optimal serta dapat menyebabkan kerusakan

terhadap peralatan tersebut karena perubahan parameter operasi (Styawati et al., 2021) (Wantoro, Syarif, Muludi, et al., 2021) (Ahdan et al., 2018).

Tujuan dari penelitian ini untuk menjelaskan solusi pengolahan data kinerja peralatan pembangkit listrik pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan dengan penerapan data mining menggunakan algoritma C4.5. Analisis data yang dilakukan nantinya dapat digunakan membantu pegawai dalam membuat laporan kesiapan operasi peralatan pembangkit, laporan peralatan yang harus dilakukan pemeliharaan serta laporan kinerja peralatan terhadap pengaruh produksi listrik yang dihasilkan (Kurniawan et al., 2019) (Abdul Maulud et al., 2021) (Fitri et al., 2017) (Budiman, Sucipto, et al., 2021) (Fitri et al., 2019) (Satria & Haryadi, 2017).

KAJIAN PUSTAKA

Data Mining

Data mining adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data historis untuk menemukan keteraturan, pola dan hubungan dalam sejumlah besar data. Maksud dari pengertian ini yaitu proses pencarian informasi yang tidak diketahui sebelumnya dari sekumpulan data besar. Secara umum ada dua jenis metode pada data mining, metode predictive dan metode descriptive. Metode predictive adalah proses untuk menemukan pola dari data yang menggunakan beberapa variabel untuk memprediksi variabel lain yang tidak diketahui jenis atau nilainya. Teknik yang termasuk dalam predictive mining antara lain Klasifikasi, Regresi dan Deviasi. Metode descriptive adalah proses untuk menemukan suatu karakteristik penting dari data dalam suatu basis data. Teknik data mining yang termasuk dalam descriptive mining adalah Clustering, Association dan Sequential Mining (Damuri et al., 2021) (Marlina & Bakri, 2021) (Parjito & Permata, 2017) (Bakri, 2017) (Nabila, Isnain, & Permata, 2021) (Nabila, Isnain, Permata, et al., 2021) (Styawati et al., 2020).

Tahapan Data Mining

Sebagai suatu rangkaian proses, data mining dapat dibagi menjadi beberapa tahap proses. Tahap – tahap data mining adalah sebagai berikut :

a. **Pembersihan Data (Data Cleaning)**

Pembersihan data merupakan proses menghilangkan noise dan data yang tidak konsisten.

b. **Integrasi Data (Data integration)**

Integrasi data merupakan penggabungan dari berbagai data menjadi satu database.

c. Seleksi Data (Data Selection)

Seleksi Data adalah pemilihan variabel yang akan digunakan dalam proses data mining.

d. Transformasi Data (Data Transformation)

Data diubah atau digabung ke dalam format yang sesuai untuk diproses dalam data mining.

e. Proses Mining

Suatu proses utama saat metode diterapkan untuk menemukan pengetahuan berharga dan tersembunyi dari data.

Klasifikasi

Klasifikasi adalah suatu teknik dengan melihat pada kelakuan dan atribut dari kelompok data yang telah didefinisikan. Teknik ini dapat memberikan klasifikasi pada data baru dengan memanipulasi data yang ada yang telah diklasifikasi dan dengan menggunakan hasilnya untuk memberikan sejumlah aturan. Aturan Aturan tersebut digunakan pada data-data baru untuk diklasifikasi(Herdiansah et al., 2022)(Handayani & Sulistiyawati, 2021)(Neneng et al., 2021)(Neneng & Fernando, 2017).

Algoritma C4.5

Dalam membangun model berupa pohon keputusan Algoritma C4.5 menggunakan pendekatan teori information gain. Algoritma C4.5 mempunyai kelebihan karena dapat menghasilkan model berupa pohon. Model yang dihasilkan dengan Algoritma C4.5 (algoritma J48 dalam WEKA) yang dihasilkan dalam proses training dari data pelatihan berupa sebuah pohon keputusan. Pada algoritma C4.5, pemilihan atribut yang akan diproses menggunakan information gain. Jika dalam memilih atribut untuk memecah objek dalam beberapa kelas harus kita pilih atribut yang menghasilkan information gain paling besar. Ukuran information gain digunakan untuk memilih atribut uji pada setiap node di dalam tree. Ukuran ini digunakan untuk memilih atribut atau node pada pohon. Atribut dengan nilai information gain tertinggi akan terpilih sebagai parent bagi node selanjutnya. Sebelum menghitung gain harus dihitung terlebih dahulu nilai entropy-nya. Entropy adalah suatu parameter untuk mengukur heterogenitas (keberagaman) dari suatu kumpulan data sampel. Apabila sampel data semakin heterogen maka nilai dari entropy-nya semakin besar(Aldino et al., 2020)(Anestiviya et al., 2021)(Febriani & Sulistiani, 2021)(Wantoro &

Nata Prawira, n.d.)(Siregar & Utami, 2021)(Putra et al., 2022)(Wantoro, Syarif, Berawi, et al., 2021)(Ferdiana, 2020)(Nurkholis & Sitanggung, 2020)(Kistijantoro, 2014).Formula dari entropy adalah:

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - p_i * \text{Log}_2 p_i$$

Keterangan :

- S = Himpunan Kasus
- n = Jumlah Partisi S
- Pi = Proporsi dari Si terhadap S

Setelah nilai entropy diperoleh maka langkah selanjutnya adalah menghitung gain untuk mengukur efektivitas suatu atribut dalam mengklasifikasi data. Gain dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{S}\right) * Entropy(S_i)$$

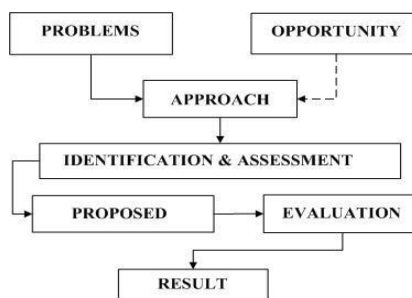
Keterangan :

- S = Himpunan Kasus
- A = Atribut
- n = Jumlah partisi atribut A
- (Si) = Jumlah kasus partisi ke i
- (S) = Jumlah Kasus dalam S

METODE

Kerangka Pemikiran

Kerangka penelitian pada dasarnya adalah kerangka hubungan antara konsep-konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian yang akan dilakukan. Penelitian ini didasarkan pada permasalahan pada Taman sains pertanian mengenai prosedur permohonan kunjungan dan pengolahan data pengunjung(Lubis, 2017)(Sandi, 2019)(Mahmuda et al., 2021)(Teknologi et al., 2021)(Pasha, 2020). Permasalahan tersebut tentu menjadi perhatian dalam seluruh entitas yang terdapat di dalam nya. maka kerangka penelitian yang digunakan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

Permasalahan yang timbul membutuhkan suatu langkah tepat dalam analisis data kesiapan operasi peralatan pembangkit listrik dan membutuhkan data parameter operasi kunci dalam menentukan status peralatan yang siap untuk dioperasikan dan peralatan yang harus dilakukan pemeliharaan (Setiawan & Pasha, 2020) (Surahman et al., 2020) (Darwis & Pauristina, 2020) (Borman et al., 2020) (Prasetyo & Nani, 2021).

Penanganan permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan penerapan data mining menggunakan metode klasifikasi, analisis data dengan algoritma C4.5. Penelitian dilakukan dengan melakukan identifikasi data lembar kerja operator dan data pemantauan dari bagian prediktif maintenance. Tools yang digunakan untuk proses analisis data mining dalam penelitian ini menggunakan Weka 3.6.8 (Alita, 2021) (Sulistiani et al., 2019) (An'ars, 2022) (Alita, Sari, et al., 2021) (Alim et al., 2020).

Dari data hasil analisis selanjutnya divalidasi menggunakan Weka Classifier yaitu K-Fold Cross-Validation. Hasil dari validasi ini akan digunakan untuk mendapatkan jumlah klasifikasi dataset terhadap peralatan yang siap dioperasikan dan tidak siap dioperasikan pada algoritma yang dipakai untuk Klasifikasi Kinerja Peralatan Pembangkit Listrik pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan (Isnain et al., 2021) (Hendrastuty, 2021) (Rahmanto et al., 2020) (Ahmad et al., 2018) (Sarasvananda et al., 2021).

Ruang Lingkup

Penelitian ini mengambil ruang lingkup terbatas pada pemantauan hasil panen Penelitian ini mengambil ruang lingkup terbatas pada klasifikasi kinerja peralatan pembangkit listrik di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan. Penelitian ini menekankan dua aspek utama yaitu tentang analisis data lembar kerja operator, data bagian prediktif maintenance dan indikator kunci parameter operasi sebagai acuan operasi peralatan. Tindak lanjut dari isu yang diangkat pada penelitian ini adalah penerapan Data Mining untuk klasifikasi kinerja peralatan pembangkit listrik menggunakan algoritma C4.5 / J48 (Ahdan et al., 2017) (Lestari & Savitri Puspaningrum, 2021) (Alita, Putra, et al., 2021) (Cahya, 2021) (Shodik et al., 2019).

Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan merupakan salah satu kegiatan usaha yang dimiliki PT PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, mempunyai 4 unit usaha Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berkapasitas 2x100 MegaWatt (MW). PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan ini berlokasi di Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, dan

terletak di tepi Teluk Lampung yang berjarak lebih kurang 15 km dari pusat kota Bandar Lampung. Energi yang dibangkitkan dari PLTU ini, selanjutnya disalurkan ke jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kilovolt Kalianda - Sutami, dan jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kilovolt Sutami – Sribowono, selanjutnya disalurkan ke masyarakat dan industri melalui Gardu Induk (GI) Kalianda, GI Sribawono dan GI(Sidiq & Manaf, 2020)(Ahluwalia, 2020)(Penggunaan, 2021)(Ghufroni, 2018)(Ahdan & Susanto, 2021).

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif yang diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dilakukan dengan metode observasi dan literatur dokumen(Susanto et al., 2019). Observasi dilakukan langsung pada lembar kerja operator dan data pemantauan peralatan dari bagian prediktif maintenance. Data sekunder diperoleh dari jurnal penelitian yang terkait dengan penerapan data mining dengan metode klasifikasi menggunakan Algoritma J48(Sulistiani et al., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Algoritma

Pada tahapan ini melakukan penerapan data mining untuk memproses data . Berikut perhitungan dan pembuatan pohon keputusan untuk algoritma C4.5:

Node		Jumlah Data	Good	Alarm	Bad	Entropy	Gain
1	Vibrasi 1	12	5	7	0	0,979	0,497
	Vibrasi 2	12	12	0	0	0	0
	Vibrasi 3	12	12	0	0	0	0
	Vibrasi 4	12	12	0	0	0	0
	Vibrasi 5	12	12	0	0	0	0
	Vibrasi 6	12	12	0	0	0	0
	Vibrasi 7	12	12	0	0	0	0
	Vibrasi 8	12	12	0	0	0	0
	Temperature 1	12	11	1	0	0,413	0,284
	Temperature 2	12	12	0	0	0	0
	Temperature 3	12	12	0	0	0	0
	Temperature 4	12	12	0	0	0	0
	Temperature 5	12	12	0	0	0	0

Berikut adalah contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai entropy dan gain yang diberikan oleh tabel 4.2, dengan mengambil atribut vibrasi 1 dan temperaraure 1 berdasarkan rumus yang ada maka dapat dihitung nilai entropy dan gainnya, sebagai berikut :

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - p_i * \text{Log}_2 p_i$$

$$Entropy(S) = \left(-\frac{7}{12} * \text{Log}_2\left(\frac{7}{12}\right) + \left(-\frac{5}{12}\right) * \text{Log}_2\left(-\right)\right) = 0,979$$

$$Entropy(S) = \left(-\frac{11}{12} * \text{Log}_2\left(\frac{11}{12}\right) + \left(-\frac{1}{12}\right) * \text{Log}_2\left(-\right)\right) = 0,413$$

Sedangkan nilai gain pada baris vibrasi 1 dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{S}\right) * Entropy(S_i)$$

$$Gain(S, Vibrasi 1) = 0.979 - \left(\frac{5}{12} * (0,526)\right) + \left(\frac{7}{12} * (0,453)\right) = 0,497$$

$$Gain(S, Temperature 1) = 0.413 - \left(\frac{1}{12} * (0,526)\right) + \left(\frac{11}{12} * (0,453)\right) = 0,284$$

Implementasi

Desain fisik memberikan gambaran bagaimana klasifikasi kinerja peralatan pembangkit ini ditampilkan. Dapat dilihat pada gambar berikut ini:

1. Data Pohon Keputusan

Index 1	Index 2	Index 3	Index 4	Index 5	Index 6	Index 7	Index 8	Temperature 1	Temperature 2	Temperature 3	Temperature 4	Classification	
35	27	26	18	16	12	31	14	72,8	72,8	72,4	35,7	35,7	Tidak Normal
33	25	25	18	16	10	30	14	71,9	71,6	71,5	35,6	35,5	Normal
26	27	26	18	16	10	29	14	71,4	71,1	71,1	35,5	35,5	Tidak Normal
36	27	27	18	16	10	30	14	72	72,1	72	35,5	35,5	Tidak Normal
35	27	28	19	16	10	31	14	71,9	71,6	71,7	35,7	35,6	Tidak Normal
34	26	27	19	16	10	30	14	72,2	71,8	72	35,6	35,6	Normal
35	28	28	19	16	10	31	14	72,1	71,8	71,9	35,5	35,5	Tidak Normal
34	27	28	19	15	10	31	14	72,1	71,9	71,9	35,7	35,5	Normal
34	26	27	19	16	10	31	14	71,8	71,6	71,6	35,5	35,5	Normal
33	26	28	19	16	10	31	14	72,5	71,1	71,2	35,5	35,4	Normal
36	27	28	18	16	10	31	14	71,3	71,1	71,9	35,5	35,4	Tidak Normal
25	27	27	18	16	10	31	14	71,7	71,5	71,4	35,3	35,3	Tidak Normal
35	27	27	18	16	10	30	14	71,4	71,2	71,1	35,4	35,3	Tidak Normal
36	27	27	18	16	10	31	14	71,5	71,2	71,3	35,3	35,4	Tidak Normal
35	27	27	18	16	10	30	15	71,1	71	71	35,2	35,3	Tidak Normal
35	27	28	19	17	11	32	15	72,6	71,4	72,3	35,2	35,1	Tidak Normal
35	27	27	27	18	16	31	15	72,6	71,4	72,4	35,3	35,2	Tidak Normal
36	27	27	27	18	17	32	15	73,7	73,7	72,4	35,4	35,4	Tidak Normal
34	27	27	27	19	11	32	15	73,3	73,1	73,1	35,5	35,4	Normal
35	27	27	18	17	11	31	15	73,8	73,5	73,5	35,5	35,4	Tidak Normal
35	27	29	19	17	11	31	15	74	74	74	35	35	Tidak Normal
35	27	27	19	18	12	32	15	74	74	74	35	35	Tidak Normal
34	27	28	19	17	11	32	15	72	72	72	35	35	Normal
35	27	27	18	16	10	30	14	72	71	72	35	35	Tidak Normal

Gambar 2. Data Pohon Keputusan

2. Entropy dan Gain

Perhitungan	Variabel	Klasifikasi	Jumlah Data	Normal	Tidak Normal	Entropy	Gain
1			4	5	6	7	8
	Total		1318	846	472	0,283302397749415	
	Vibrasi 1	Good					
		Alarm					
		Bad					
	Vibrasi 2	Good					
		Alarm					
		Bad					
	Vibrasi 3	Good					
		Alarm					
		Bad					
	Vibrasi 4	Good					
		Alarm					
		Bad					

Gambar 3. Entropy dan Gain

3. Implementasi Weka

Implementasi pada weka digunakan untuk menentukan akurasi dan pohon keputusan dari algoritma J48 (algoritma C4.5) dalam mengklasifikasikan kinerja peralatan pembangkit listrik. dimana data yang digunakan sebanyak 1318 record, variabel yang digunakan dalam proses algoritma J48 di weka adalah vibrasi 1, vibrasi 2, vibrasi 3, vibrasi 4, vibrasi 5, vibrasi 6, vibrasi 7, vibrasi 8, temperature 1, temperature 2, temperature 3, temperature 4, temperature 5. Berikut gambar 4.6 hasil perhitungan menggunakan weka:

Classifier output							
Correctly Classified Instances	1313						99.6206 %
Incorrectly Classified Instances	5						0.3794 %
Kappa statistic	0.9916						
Mean absolute error	0.0041						
Root mean squared error	0.058						
Relative absolute error	0.9077 %						
Root relative squared error	12.1972 %						
Total Number of Instances	1318						
=== Detailed Accuracy By Class ===							
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	
0: Tidak Normal	0.998	0.007	0.997	0.988	0.997	0.997	
1: Normal	0.993	0.002	0.996	0.993	0.995	0.997	
Weighted Avg.	0.996	0.005	0.996	0.996	0.996	0.997	
=== Confusion Matrix ===							
	a	b	←- classified as				
860	2	1	a = Tidak Normal				
3	453	1	b = Normal				

Gambar 4. Perhitungan dengan Weka

Evaluasi

Pengujian metode algoritma C4.5 dilakukan menggunakan dataset dan data testing uji untuk mengetahui akurasi klasifikasi menggunakan pengujian 10 fold cross validation

a. Pengujian Menentukan Nilai Accuracy

Berikut perhitungan akurasi dari algoritma J48 yang dihitung dari tabel confusion matrix, yaitu :

$$Accuracy = \frac{860+453}{860+2+3+453} \times 100 \% = 99,62 \%$$

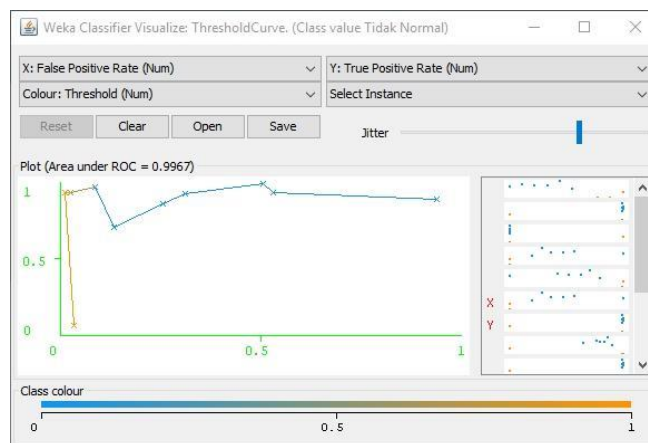
b. Pengujian overall succes rate

Berikut nilai overall succes rate dari algoritma J48 yang dihitung dari tabel confusion matrix, yaitu :

Overall success rate = 99.8483 %

c. Pengujian Lift Chart

Berikut gambar 5 Grafik ROC yang dihasilkan dari penerapan algoritma J48 di Weka menggunakan data lembar kerja operator, yaitu :



Gambar 5. Grafik ROC

Setelah memperhatikan nilai akurasi dengan nilai 99,62%. Serta nilai AUC yang didapat dari grafik ROC dengan nilai 0,9967, nilai ini termasuk klasifikasi sangat baik.

d. Pengujian Recall dan Precision

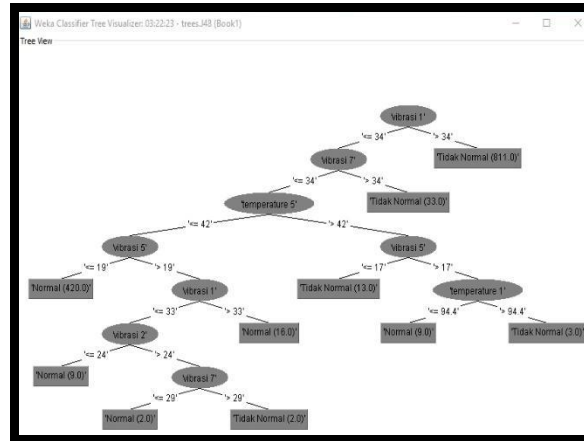
Berikut perhitungan recall dan precision dari algoritma J48 yang dihitung dari tabel confusion matrix, yaitu :

$$Precision (P)=860/(860+2) \times 100\%=99,76 \%$$

$$Recall(R)=860/(860+3) \times 100\%=99,65 \%$$

Analisa Hasil Penerapan Weka

Berdasarkan gambar 6 pohon keputusan yang dihasilkan dari perhitungan algoritma J48 dengan weka bahwa vibrasi 1 menjadi node untuk akar keputusan kemudian dari hasil pohon keputusan dapat dilihat bahwa peralatan yang tidak normal adalah vibrasi 1, vibrasi 7, temperature 5 dan temperature 1.



Gambar 6. Perhitungan aloritma weka

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Analisis data lembar kerja operator dan data prediktif maintenance yang telah dilakukan, kesiapan operasi peralatan turbin dan generator ditentukan oleh 13 variabel parameter operasi yang semuanya harus dibawah ambang batas.
2. Dari hasil perhitungan data lembar kerja menggunakan algoritma C4.5 yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa peralatan yang normal adalah dan peralatan yang normal dan siap untuk dioperasikan adalah vibrasi 2, vibrasi 3, vibrasi 4 , vibrasi 5, vibrasi 6, vibrasi 8 dan temperature 2, temperature 3, temperature 4 dan perlu dilakukan pemeliharaan untuk periode pemeliharaan yang akan datang adalah adalah vibrasi 1, vibrasi 7, temperature 5 dan temperature 1.

REFERENSI

- Abdul Maulud, K. N., Fitri, A., Wan Mohtar, W. H. M., Wan Mohd Jaafar, W. S., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06382-8>
- Ahdan, S., Situmorang, H., & Syambas, N. R. (2017). Forwarding strategy performance in NDN network: A case study of palapa ring topology. *2017 3rd International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, 20–25.
- Ahdan, S., Situmorang, H., & Syambas, N. R. (2018). Effect of overhead flooding on NDN forwarding strategies based on broadcast approach. *Proceeding of 2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications, TSSA 2017, 2018-Janua*(October 2017), 1–4. <https://doi.org/10.1109/TSSA.2017.8272907>

- Ahdan, S., & Susanto, E. R. (2021). IMPLEMENTASI DASHBOARD SMART ENERGY UNTUK PENGONTROLAN RUMAH PINTAR PADA PERANGKAT BERGERAK BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Jurnal Teknoinfo*, 15(1), 26–31.
- Ahluwalia, L. (2020). EMPOWERMENT LEADERSHIP AND PERFORMANCE: ANTECEDENTS. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 7(1), 283.
[http://www.nostarch.com/javascriptforkids%0Ahttp://www.investopedia.com/terms/i/in_specie.asp%0Ahttp://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo de Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOL](http://www.nostarch.com/javascriptforkids%0Ahttp://www.investopedia.com/terms/i/in_specie.asp%0Ahttp://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOL)
- Ahmad, I., Sulistiani, H., & Saputra, H. (2018). The Application Of Fuzzy K-Nearest Neighbour Methods For A Student Graduation Rate. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 1(1), 47–52.
- Aldino, A. A., Sulistiani, H., & Aldino, A. A. (2020). Decision Tree C4. 5 Algorithm For Tuition Aid Grant Program Classification (Case Study: Department Of Information System, Universitas Teknokrat Indonesia). *EduTIC-Scientific Journal of Informatics Education*, 7(1), 40–50. <https://doi.org/10.21107/edutic.v7i1.8849>
- Alim, S., Lestari, P. P., & Rusliyawati, R. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani Pt Olam Indonesia (Cocoa) Cabang Lampung. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 1(1), 26–31.
- Alita, D. (2021). Multiclass SVM Algorithm for Sarcasm Text in Twitter. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(1), 118–128. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i1.646>
- Alita, D., Putra, A. D., & Darwis, D. (2021). Analysis of classic assumption test and multiple linear regression coefficient test for employee structural office recommendation. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 15(3), 1–5.
- Alita, D., Sari, I., Isnain, A. R., & Styawati, S. (2021). Penerapan Naïve Bayes Classifier Untuk Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 2(1), 17–23.
- An'ars, M. G. (2022). Sistem Informasi Manajemen Berbasis Key Performance Indicator (KPI) dalam Mengukur Kinerja Guru. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 3(1), 8–18.
- Anestiviya, V., Ferico, A., Pasaribu, O., & Pasaribu, A. F. O. (2021). Analisis Pola Menggunakan Metode C4.5 Untuk Peminatan Jurusan Siswa Berdasarkan Kurikulum (Studi Kasus : Sman 1 Natar). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(1), 80–85. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- Bakri, M. (2017). Analisis Data Mining Untuk Clustering Kasus Covid-19 Di Provinsi Lampung Dengan Algoritma K-Means. *Vol*, 11, 1–4.

- Borman, R. I., Yasin, I., Darma, M. A. P., Ahmad, I., Fernando, Y., & Ambarwari, A. (2020). Pengembangan Dan Pendampingan Sistem Informasi Pengolahan Pendapatan Jasa Pada Pt. Dms Konsultan Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2), 24–31. <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v1i2.849>
- Budiman, A., Sucipto, A., & Dian, A. R. (2021). Analisis Quality of Service Routing MPLS OSPF Terhadap Gangguan Link Failure. *Techno.Com*, 20(1), 28–37. <https://doi.org/10.33633/tc.v20i1.4038>
- Budiman, A., Sunariyo, S., & Jupriyadi, J. (2021). Sistem Informasi Monitoring dan Pemeliharaan Penggunaan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). *Jurnal Tekno Kompak*, 15(2), 168. <https://doi.org/10.33365/jtk.v15i2.1159>
- Cahya, T. N. (2021). *SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PEMILIHAN SUPPLIER FASILITAS RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN METODE PROFILE*. 2(1), 110–121.
- Damuri, A., Riyanto, U., Rusdianto, H., & Aminudin, M. (2021). Implementasi Data Mining dengan Algoritma Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Kelayakan Penerima Bantuan Sembako. *Jurnal Riset Komputer*, 8(6), 219–225. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v8i6.3655>
- Darwis, D., & Pauristina, D. M. (2020). AUDIT SISTEM INFORMASI MENGGUNAKAN FRAMEWORK COBIT 4.1 SEBAGAI UPAYA EVALUASI PENGOLAHAN DATA PADA SMKK BPK PENABUR BANDAR LAMPUNG. *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, 1(1), 1–6.
- Febriani, S., & Sulistiani, H. (2021). Analisis Data Hasil Diagnosa Untuk Klasifikasi Gangguan Kepribadian Menggunakan Algoritma C4. 5. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(4), 89–95.
- Ferdiana, R. (2020). A Systematic Literature Review of Intrusion Detection System for Network Security: Research Trends, Datasets and Methods. *2020 4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*, 1–6.
- Fernando, J., Mahfud, I., & Indonesia, U. T. (2021). *SURVEY MOTIVASI ATLET FUTSAL SMKN 2 BANDAR LAMPUNG DIMASA PANDEMI COVID-19*. Fernando, J., Mahfud, I., & Indonesia, U. T. (2021). *SURVEY MOTIVASI ATLET FUTSAL SMKN 2 BANDAR LAMPUNG DIMASA PANDEMI COVID-19*. 2(2), 39–43. 2(2), 39–43.
- Fitri, A., Hashim, R., Abolfathi, S., & Maulud, K. N. A. (2019). Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/w11081721>
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and validation of nearshore current at the coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 25(3), 1009–1018.
- Ghufroni. (2018). Kritik Sosial dalam Kumcer Yang Bertahan dan Binas Perlahan dan

- Rancangan Pembelajarannya. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., April, 10–27.
- Handayani, E. T., & Sulistiyawati, A. (2021). Analisis Setimen Respon Masyarakat Terhadap Kabar Harian Covid-19 Pada Twitter Kementerian Kesehatan Dengan Metode Klasifikasi Naive Bayes. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(3), 32–37.
- Hendrastuty, N. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Santri Berbasis Android (Studi Kasus: Pesantren Nurul Ikhwan Maros). *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 2(2), 21–34.
- Herdiansah, A., Borman, R. I., Nurnaningsih, D., Sinlae, A. A. J., & Al Hakim, R. R. (2022). Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(2), 388–395.
- Isnain, A. R., Sakti, A. I., Alita, D., & Marga, N. S. (2021). SENTIMEN ANALISIS PUBLIK TERHADAP KEBIJAKAN LOCKDOWN PEMERINTAH JAKARTA MENGGUNAKAN ALGORITMA SVM. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 2(1), 31–37.
- Kistijantoro, A. I. (2014). Vitality based feature selection for intrusion detection. *2014 International Conference of Advanced Informatics: Concept, Theory and Application (ICAICTA)*, 93–96.
- Kurniawan, D. E., Ahmad, I., Ridho, M. R., Hidayat, F., Js, A. A., & Anggra Js, A. (2019). Analysis of performance comparison between Software-Based iSCSI SAN and Hardware-Based iSCSI SAN. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1), 12009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012009>
- Lestari, G., & Savitri Puspaningrum, A. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Tunjangan Karyawan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Studi Kasus: Pt Mutiara Ferindo Internusa. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(3), 38–48. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- Lubis, R. S. (2017). *ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN DATA PRODUKSI BRIKET BERBASIS CLIENT SERVER*. Perpustakaan Teknokrat.
- Mahmuda, S., Sucipto, A., & Setiawansyah, S. (2021). Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Data Tunjangan Karyawan Bulog (TKB)(Studi Kasus: Perum Bulog Divisi Regional Lampung). *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi*, 1(1), 14–23.
- Marlina, D., & Bakri, M. (2021). PENERAPAN DATA MINING UNTUK MEMPREDIKSI TRANSAKSI NASABAH DENGAN ALGORITMA C4. 5. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(1), 23–28.
- Nabila, Z., Isnain, A. R., & Permata, P. (2021). Mining Data Analysis for Clustering of Covid-19 Case in Lampung Province Using K-Means Algorithm. *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*.

- Nabila, Z., Isnain, A. R., Permata, P., Abidin, Z., Rahman Isnain, A., & Abidin, Z. (2021). ANALISIS DATA MINING UNTUK CLUSTERING KASUS COVID-19 DI PROVINSI LAMPUNG DENGAN ALGORITMA K-MEANS. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(2), 100. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- Neneng, N., & Fernando, Y. (2017). Klasifikasi Jenis Daging Berdasarkan Analisis Citra Tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrices (GlcM) Dan Warna. *Prosiding Semnastek*.
- Neneng, N., Putri, N. U., & Susanto, E. R. (2021). Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Support Vector Machine Berdasarkan Ciri Tekstur Local Binary Pattern. *CYBERNETICS*, 4(02), 93–100.
- Nurkholis, A., & Sitanggang, I. S. (2020). Optimization for prediction model of palm oil land suitability using spatial decision tree algorithm. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 8(3), 192–200. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2020.13657>
- Parjito, P., & Permata, P. (2017). Penerapan Data Mining Untuk Clustering Data Penduduk Miskin Menggunakan Algoritma Hard C-Means. *Data Manajemen Dan Teknologi Informasi*, 18(1), 64–69.
- Pasha, D. (2020). SISTEM PENGOLAHAN DATA PENILAIAN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE PIECIES. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 1(1), 97–104.
- Penggunaan, D. A. N. S. (2021). ANALISIS PERILAKU PENGGUNA APLIKASI SITS ANALYSIS OF USER BEHAVIOR OF SITS APPLICATIONS USING. *November*, 321–329.
- Prasetyo, S. D., & Nani, D. A. (2021). Pengaruh Pengungkapan Corporate Social Responsibility Terhadap Harga Saham (Studi Empiris Pada Perusahaan Perkebunan Sub Sektor Sawit Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2017 -2019). *Accounting Global Journal*, 5(2), 123–151. <https://doi.org/10.24176/agj.v5i2.6230>
- Putra, S. D., Borman, R. I., & Arifin, G. H. (2022). Assessment of Teacher Performance in SMK Informatika Bina Generasi using Electronic-Based Rating Scale and Weighted Product Methods to Determine the Best Teacher Performance. *International Journal of Informatics, Economics, Management and Science*, 1(1), 55. <https://doi.org/10.52362/ijiem.v1i1.693>
- Rahmanto, Y., Hotijah, S., & Damayanti, . (2020). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS KEBUDAYAAN LAMPUNG BERBASIS MOBILE. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 1(1), 19. <https://doi.org/10.33365/jdmsi.v1i1.805>
- Reranta, R. C., & Gulö, I. (n.d.). *Short Notices in Bandar Lampung: Errors and Variations*.
- Sandi, R. (2019). RANCANG BANGUN APLIKASI PENGOLAHAN DATA AKADEMIK BBQ (BINA BACA QURAN) UKMI AR-RAHMAN TEKNOKRAT BERBASIS WEB. Universitas Teknokrat Indonesia.

- Santikha, I. A., Nani, D. A., & AYU SANTIKHA, I. (2021). PENGARUH KUALITAS LAYANAN DAN KEPERCAYAAN TERHADAP LOYALITAS KONSUMEN GO-FOOD DI BANDAR LAMPUNG. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen*.
- Sarasvananda, I. B. G., Anwar, C., Pasha, D., Styawati, S., Donaya, P., & Styawati, S. (2021). ANALISIS SURVEI KEPUASAN MASYARAKAT MENGGUNAKAN PENDEKATAN E-CRM (Studi Kasus: BP3TKI Lampung). *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 2(1), 1–9. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/JDMSI/article/view/1026>
- Satria, M. N. D., & Haryadi, S. (2017). Effect of the content store size to the performance of named data networking: Case study on Palapa Ring topology. *Proceeding of 2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications, TSSA 2017, 2018-Janua*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/TSSA.2017.8272911>
- Setiawan, A., & Pasha, D. (2020). Sistem Pengolahan Data Penilaian Berbasis Web Menggunakan Metode Pieces (Studi Kasus : Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Provinsi Lampung). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 1(1), 97–104. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/sisteminformasi>
- Shodik, N., Neneng, N., & Ahmad, I. (2019). Sistem Rekomendasi Pemilihan Smartphone Snapdragon 636 Menggunakan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (Smart). *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 7(3), 219–228.
- Sidiq, M., & Manaf, N. A. (2020). Karakteristik Tindak Tutur Direktif Tokoh Protagonis Dalam Novel Cantik Itu Luka Karya Eka Kurniawan. *Lingua Franca: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 4(1), 13–21.
- Siregar, A., & Utami, A. R. (2021). *ENGLISH LEARNING CURRICULUM IN JUNIOR HIGH*. 8(3), 2–9.
- Styawati, Andi Nurkholis, Zaenal Abidin, & Heni Sulistiani. (2021). Optimasi Parameter Support Vector Machine Berbasis Algoritma Firefly Pada Data Opini Film. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(5), 904–910. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i5.3380>
- Styawati, S., Yulita, W., & Sarasvananda, S. (2020). SURVEY UKURAN KESAMAAN SEMANTIC ANTAR KATA. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 1(1), 32–37.
- Sulistiani, H., Muludi, K., & Syarif, A. (2019). Implementation of Dynamic Mutual Information and Support Vector Machine for Customer Loyalty Classification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1338(1), 12050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1338/1/012050>
- Sulistiani, H., Setiawansyah, S., & Darwis, D. (2020). Penerapan Metode Agile untuk Pengembangan Online Analytical Processing (OLAP) pada Data Penjualan (Studi Kasus: CV Adilia Lestari). *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 6(1), 50–56.
- Sulistiani, H., & Wibowo, D. A. (2018). Perbandingan Algoritma A* dan Dijkstra dalam

- Pencarian Kecamatan dan Kelurahan di Bandar Lampung. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*.
- Sulistiani, H., Yanti, E. E., & Gunawan, R. D. (2021). Penerapan Metode Full Costing pada Sistem Informasi Akuntansi Biaya Produksi (Studi Kasus: Konveksi Serasi Bandar Lampung). *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi*, 1(1), 35–47.
- Surahman, A., Octaviansyah, A. F., & Darwis, D. (2020). Ekstraksi Data Produk E-Marketplace Sebagai Strategi Pengolahan Segmentasi Pasar Menggunakan Web Crawler. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, 9(1), 73–81.
- Susanto, E. R., Puspaningrum, A. S., & Neneng, N. (2019). Model Rekomendasi Penerima Bantuan Sosial Berdasarkan Data Kesejahteraan Rakyat. *Jurnal Tekno Kompak*, 15(1), 1–12.
- Tantowi, A., Pasha, D., & Priandika, A. T. (2021). IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI PEMBAYARAN BERBASIS SMS GATEWAY (Studi Kasus: SMK NEGERI 1 Bandar Lampung). *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(2).
- Teknologi, J., Jtsi, I., Sari, D. D., Isnaini, F., Informasi, S., Teknik, F., & Indonesia, U. T. (2021). *SISTEM INFORMASI PENGOLAHAN DATA KELEMBAGAAN MADRASAH (STUDI KASUS : KEMENTERIAN AGAMA PESAWARAN)*. 2(4), 74–80.
- Wantoro, A. (2021). Sistem Monitoring Perawatan Dan Perbaikan Fasilitas Gardu PT PLN Area Kota Metro. *Jurnal Tekno Kompak*, 15(1), 116–130.
- Wantoro, A., & Nata Prawira, F. (n.d.). *Implementation of Simple Additive Weighting (SAW) Method for Determining Social Customer Relationship Management (SCRM) Model as Business Strategy in University*.
- Wantoro, A., Samsugi, S., & Suharyanto, M. J. (2021). Sistem Monitoring Perawatan dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus : Kota Metro Lampung). *Jurnal TEKNO KOMPAK*, 15(1), 116–130.
- Wantoro, A., Syarif, A., Berawi, K. N., Muludi, K., Sulistiyanti, S. R., Lampung, U., Komputer, I., Lampung, U., Masyarakat, K., Kedokteran, F., Lampung, U., Elektro, T., Teknik, F., Lampung, U., Lampung, U., Meneng, G., & Lampung, B. (2021). *METODE PROFILE MATCHING PADA SISTEM PAKAR MEDIS UNTUK*. 15(2), 134–145.
- Wantoro, A., Syarif, A., Muludi, K., Berawi, K. N., Admi Syarif, A. S., Muludi, K., Berawi, K. N., Syarif, A., Muludi, K., & Berawi, K. N. (2021). Fuzzy-Based Application Model and Profile Matching for Recommendation Suitability of Type 2 Diabetic. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(3), 1105–1116. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.3.12277>
- Wibowo, H., Mulyadi, Y., & Abdullah, A. G. (2012). Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Terklasifikasi Berbasis Metode Autoregressive Integrated Moving Average. *Electrans*, 11(2), 44–50.