

Analisis Dissolved Gas Analysis Dan Klasifikasi Tipe Fault Pada Minyak Trafo Dengan Metode Naive Bayes Classifier Pada Transformator Daya 150 kV

Sofia Ariyani¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember , Indonesia

Page | 36

ABSTRACT (10 PT)

Transformers are very important in electric power systems as well as in industry, therefore preventive maintenance is very necessary. One such treatment is the treatment of transformer oil. DGA (is an analysis of dissolved gas in transformer insulation oil and is one form of treatment for transformer insulation oil). In this final project, we will discuss how to analyze transformer oil data from DGA test and fault type classification using the naive bayes classifier method. The data from the transformer oil test with the DGA will later be classified which are then analyzed using Naive Bayes classifier and calculate the evaluation results with precision, recall, accuracy.

Keyword : Power systems, DGA

ABSTRAK (10 PT)

Trafo sangat penting dalam sistem tenaga listrik maupun pada industri, oleh karena itu perawatan preventif sangat diperlukan. Salah satu perawatan tersebut adalah perawatan dari minyak trafo. DGA (merupakan analisis gas terlarut pada minyak isolasi transformator dan merupakan salah satu bentuk perawatan untuk minyak isolasi transformator). Dalam tugas akhir ini akan membahas bagaimana menganalisa data minyak trafo hasil uji DGA dan klasifikasi tipe fault menggunakan metode naive bayes classifier. Data hasil uji minyak trafo dengan DGA nantinya akan diklasifikasikan yang selanjutnya dianalisis menggunakan naive bayes classifier dan menghitung hasil evaluasi dengan pencarian presisi, recall, akurasi.

Kata kunci : DGA, minyak trafo, fault, naive bayes

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab utama munculnya kegagalan pada transformator adalah adanya panas yang berlebih. Panas yang berlebih akan memacu reaksi berantai yang akan mempercepat penurunan usia dan kualitas kerja sistem isolasi. Untuk pemeliharaan pada minyak isolasi pengujian dilakukan dengan metode DGA (*Dissolved Gas Analysis*). DGA merupakan metode pengujian yang dilakukan untuk menguji keadaan minyak isolasi dengan mengambil sampel minyak isolasi dari unit transformator untuk mengetahui jenis-jenis gas yang terlarut dalam minyak isolasi transformator, dari hasil tes DGA tersebut akan dapat disimpulkan dan diprediksikan jenis gangguan yang mungkin terjadi pada transformator dan dapat segera dilakukan tindakan pencegahan kegagalan transformator. Hal ini mendukung diperlukannya suatu proses klasifikasi terhadap dokumen dokumen. Klasifikasi adalah proses untuk menemukan model atau fungsi yang menjelaskan atau membedakan konsep atau kelas data, dengan tujuan untuk dapat memperkirakan kelas dari suatu objek (Agus Mulyanto 2009). Klasifikasi merupakan proses awal dari pengelompokan data. Proses klasifikasi dokumen merupakan proses yang sangat penting dalam bidang sistem informasi, khususnya dalam proses penambangan data (*data mining*) untuk memperoleh pengetahuan bisnis (*business knowledge*). Saya akan membahas “Analisis *Dissolved Gas Analysis* dan Klasifikasi Tipe Fault pada Minyak Trafo dengan Metode Naive Bayes Classifier pada Transformator Daya 150 kV”.

2. KAJIAN PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Transformator merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya/tenaga dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Transformator memiliki beberapa komponen penting untuk dapat beroperasi, antara lain sebagai berikut; *Electromagnetic Circuiz* (Inti Besi), Kumparan Transformator, Minyak, Bushing, Tangki Konservator, Pendingin, Alat Pernapasan (Silicagel), Indikator,

Rele. Metode Pengujian DGA (Dissolved Gas Analysis). Definisi DGA merupakan analisa kondisi transformator yang dilakukan berdasarkan jumlah gas terlarut pada minyak trafo.

Keuntungan Uji DGA : Deteksi dini akan adanya fenomena kegagalan yang ada pada transformator yang diujikan.

Kelemahan Uji DGA : Diperlukan tingkat kemurnian yang tinggi dari sampel minyak yang diujikan. Metode Interpretasi data uji DGA yang tercantum pada IEEE (TDCG), yaitu :

1) Standar IEEE (TDCG), Key Gas, Roger Ratio, Duval's Triangle.

Naïve Bayes Classifier merupakan sebuah metoda klasifikasi yang berakar pada teorema Bayes. Ciri utama dari Naïve Bayes Classifier ini adalah asumsi yang sangat kuat (naif) akan independensi dari masing-masing kondisi/kejadian. Pada teorema Bayes, bila terdapat dua kejadian yang terpisah (misalkan A dan B), maka teorema Bayes dirumuskan sebagai berikut:

$$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{P(B)}$$

Teorema Bayes sering pula dikembangkan mengingat berlakunya hukum probabilitas total, menjadi seperti berikut:

$$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{\sum_{i=1}^n P(A_i|B)}$$
 dimana $A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n = S$

Untuk menjelaskan teorema *Naïve Bayes*, perlu diketahui bahwa proses klasifikasi memerlukan sejumlah petunjuk untuk menentukan kelas apa yang cocok bagi sampel yang dianalisis tersebut. Karena itu, teorema Bayes di atas disesuaikan sebagai berikut:

$$P(C|F_1 \dots F_n) = \frac{P(C)P(F_1 \dots F_n|C)}{P(F_1 \dots F_n)}$$

Dimana variabel C merepresentasikan kelas, sementara variabel $F_1 \dots F_n$ merepresentasikan karakteristik-karakteristik petunjuk yang dibutuhkan untuk melakukan klasifikasi. Maka rumus tersebut menjelaskan bahwa peluang masuknya sampel dengan karakteristik tertentu dalam kelas C (*posterior*) adalah peluang munculnya kelas C (sebelum masuknya sampel tersebut, seringkali disebut *prior*), dikali dengan peluang kemunculan karakteristik-karakteristik sampel pada kelas C (disebut juga *likelihood*), dibagi dengan peluang kemunculan karakteristik-karakteristik sampel secara global (disebut juga *evidence*). Karena itu, rumus (3) dapat pula ditulis secara sederhana sebagai berikut:

$$\text{Posterior} = \frac{\text{prior} \times \text{likelihood}}{\text{evidence}}$$

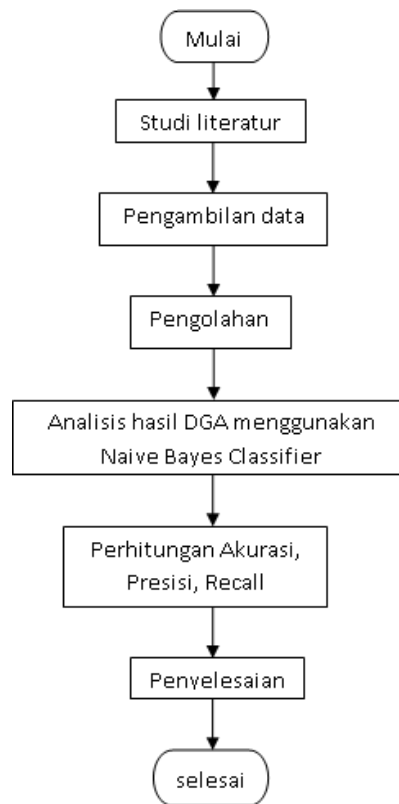
Nilai *evidence* selalu tetap untuk setiap kelas pada satu sampel. Nilai dari *Posterior* tersebut yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai-nilai *Posterior* kelas lainnya untuk menentukan ke kelas apa suatu sampel akan diklasifikasikan.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan penyusunan Penelitian ini yaitu dengan cara sebagai berikut; Studi Literatur, Pengambilan Data, Pengolahan Data, Penyelesaian Laporan. Pengumpulan data Dissolved Gas Analysis (DGA). Langkah yang dilakukan untuk melakukan pengujian DGA:

1. Pengambilan sampel uji minyak isolasi yang ada pada transformator.
2. Ekstraksi gas dengan menggunakan peralatan DGA itu sendiri.
3. Interpretasi data, memperoleh hasil data dari uji sampel minyak isolasi yang dilakukan.
4. Analisis data tersebut dengan menggunakan Naive Bayes Classifier
5. Pengambilan kesimpulan, setelah mendapatkan hasil data gas yang telah dianalisis dengan menggunakan Naive Bayes Classifier untuk menentukan keadaan minyak transformator tersebut. Setelah didapat data keluaran berupa jenis gas pada minyak isolasi barulah kita analisis menggunakan Naive Bayes Classifier. Data-data yang sudah terkumpul tersebut selanjutnya diolah melalui perhitungan dan analisis menggunakan naive bayes classifier. Dalam menggunakan metode naive bayes kita perlu menghitung mean/rata-rata, standart deviasi, fungsi probabilitas. Untuk mempermudah perhitungan penulis menggunakan microsoft excel. Dalam microsoft excel rumus yang digunakan untuk metode naive bayes classifier sebagai berikut:

mean (=AVERAGE(NumberX:NumberX));
standart deviasi (=STDEV(numberX:numberX);
probabilitas (=NORMDIST(x;Mean;StandartDeviasi;Commulative)).



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Kerja Alat

Tahapan perhitungan dan analisis menggunakan naive bayes classifier:

- Mengklasifikasikan data hasil uji minyak transformator
- Mengklasifikasikan dataset untuk training
- Mengklasifikasikan dataset untuk testing
- Pehitungan Probability dataset testing dalam domain K1
- Pehitungan Probability dataset testing dalam domain K2
- Pehitungan Probability dataset testing dalam domain K3
- Pehitungan Probability dataset testing dalam domain K4
- Nilai posterior dataset testing dan penentuan kelas.
- Analisis data sesuai nilai posterior pada kelas-kelas tertentu.

Akurasi, Presisi, Recall

Dalam “dunia” pengenalan pola (*pattern recognition*) dan temu kembali informasi (*information retrieval*), *precision* dan *recall* adalah dua perhitungan yang banyak digunakan untuk mengukur kinerja dari sistem / metode yang digunakan. *Precision* adalah tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Sedangkan *recall* adalah tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi. *Accuracy* didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengklasifikasian menggunakan naive bayes classifier terdapat 4 kondisi yaitu; kondisi 1, kondisi 2, kondisi 3, kondisi 4.

Tabel 4.1 Kondisi Minyak Trafo

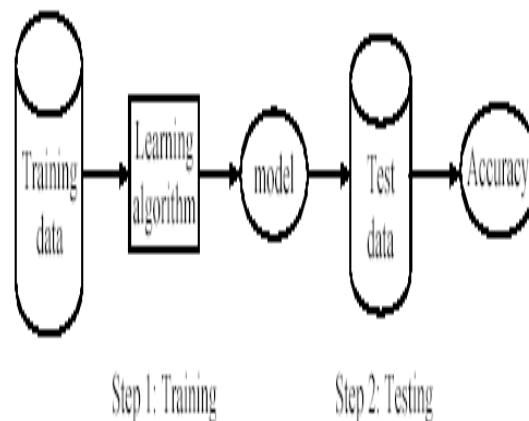
K1	TDCG pada kondisi ini mengindikasikan bahwa operasi trafo normal
K2	TDCG kondisi ini menandakan komposisi gas melebihi batas normal harus diinvestigasi secara cepat
K3	TDCG level ini mengindikasikan pemburukan tingkat tinggi, harus diinvestigasi dengan cepat.
K4	TDCG pada level ini mengindikasikan pemburukan sangat tinggi. Yang mengarah pada kerusakan trafo.

Dua Tahapan Klasifikasi yaitu;

Learning (training): Pembelajaran menggunakan data training (untuk Naïve Bayesian Classifier, nilai probabilitas dihitung dalam proses pembelajaran).

Testing: Menguji model menggunakan data testing.

Sumber: Bing Liu, Web Data Mining



Gambar 4.1 Dua Tahapan Klasifikasi

Untuk tahap pengklasifikasian, data yang akan dianalisis menggunakan *naive bayes* membutuhkan banyak data. Kami membatasi banyaknya data karena data hasil uji minyak trafo dengan DGA yang menghasilkan kondisi 4 sangat sulit.

Tabel 4.2 Data Set DGA

No	Tgl Uji	Hydrogen (H2)	Metane (CH4)	Ethane (C2H6)	Ethylene (C2H4)	TD CG	Kondisi
1	19-Mar-09	243,14	14,32	18,44	0,00	275,90	K1
2	16-Jun-09	647,95	27,49	23,48	1,77	702,21	
3	3-Mar-11	448,79	36,55	29,43	45,83	564,07	
4	17-Nov	137,50	120,68	49,32	0,00	307,50	

-11

5	22-Dec-08	145 7,48	103,45	50,91	0,98	161 2,8 2	K2
6	6-Apr-09	689, 61	38,74	46,59	0,00	825 ,21	
7	13-Oct-09	153 4,56	79,04	40,63	0,00	165 4,2 3	
8	15-Feb-10	153 7,78	96,65	67,10	1,07	170 2,6 0	K3
9	30-Jan-09	235 6,65	119,52	63,42	1,79	254 1,3 8	
10	25-Jan-10	276 9,87	117,71	84,58	1,04	297 3,2 0	
11	21-Sep-10	280 9,77	188,66	110,5 6	1,47	311 4,0 6	K4
12	6-Oct-11	209 2,38	84,87	111,9 0	0,96	229 0,1 1	
13	15-Jan-08	489 3,09	388,44	236,5 9	0,00	551 8,1 2	
14	26-Feb-08	748 0,23	489,55	221,7 6	11,60	802 3,1 4	K4
15	18-Jun-08	535 0,58	510,66	444,9 2	2,84	633 0,2 7	
16	1-Feb-11	550 5,06	287,91	143,3 2	2,20	609 4,1 9	

Tabel 4.3 Data Set untuk Training

N o	Tgl Uji	Hydr ogen (H2)	Metane (CH4)	Ethane (C2H6)	Ethyle ne (C2H4)	TD CG	Kon disi
1	19-Mar-09	243, 14	14,32	18,44	0,00	275 ,90	K1
2	16-Jun-09	647, 95	27,49	23,48	1,77	702 ,21	
3	3-Mar-11	448, 79	36,55	29,43	45,83	564 ,07	
5	22-Dec-08	145 7,48	103,45	50,91	0,98	161 2,8 2	K2
6	6-Apr-09	689, 61	38,74	46,59	0,00	825 ,21	
7	13-Oct-09	153 4,56	79,04	40,63	0,00	165 4,2 3	

9	30-Jan-09	235 6,65	119,52	63,42	1,79	254 1,3 8	
10	25-Jan-10	276 9,87	117,71	84,58	1,04	297 3,2 0	K3
11	21-Sep-10	280 9,77	188,66	110,5 6	1,47	311 4,0 6	
13	15-Jan-08	489 3,09	388,44	236,5 9	0,00	551 8,1 2	
14	26-Feb-08	748 0,23	489,55	221,7 6	11,60	802 3,1 4	K4
15	18-Jun-08	535 0,58	510,66	444,9 2	2,84	633 0,2 7	

Tabel 4.4 Data Set untuk Testing

No	Tgl Uji	Hydrogen (H2)	Metane (CH4)	Ethane (C2H6)	Ethylene (C2H4)	TD CG	Kon disisi
4	17-Nov-11	137,50	120,68	49,32	0,00	307,50	K1
8	15-Feb-10	153,78	96,65	67,10	1,07	170,0	K2
12	6-Oct-11	209,38	84,87	111,90	0,96	229,1	K3
16	1-Feb-11	550,06	287,91	143,32	2,20	609,9	K4

Perhitungan Mean, Standart Deviasi, Probability, dan Posterior. Sebelum mencari nilai posterior kita terlebih dahulu mencari nilai probabilitas. Untuk mencari probability diperlukan mean dan standart deviasi. Rumus untuk mencari mean, standart deviasi, dan probability.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \rightarrow \text{Mean}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 \rightarrow \text{Standart Deviasi}$$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty \rightarrow \text{Probabilitas}$$

Tapi, disini tidak melakukan perhitungan langsung melainkan menggunakan excel. Setelah didapat nilai probability maka untuk nilai posterior menggunakan rumus:

Posterior

$$= P(C_k|H_2, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, TDCG)$$

$$= P(H_2|C_k).P(CH_4|C_k).P(C_2H_6|C_k).P(C_2H_4|C_k).P(TDCG|C_k).....P(k).$$

Dalam penentuan kelas untuk data set testing kita harus menentukan nilai posterior terbesar pada K1, K2, K3, K4 untuk setiap no.dataset testing.

Tabel 4.5 Nilai Posterior Data Testing

No	K1	K2	K3	K4	KELAS
4	0,0007 3343	5,60E- 06	9,09E- 48	5,32E- 22	K1
8	0,0710 9407	9,82E- 02	2,44E- 13	9,62E- 19	K2
12	0,0707 353	1,30E- 01	6,04E- 07	1,52E- 17	K2
16	0,0748 2908	2,50E- 01	2,43E- 01	4,14E- 06	K2

- Nomor dataset testing 4, maka dapat ditentukan testing 4 adalah K1.
- Nomor dataset testing 8, karena nilai K2 terbesar maka dapat ditentukan bahwa nomor dataset testing 8 adalah K2.
- Nomor dataset testing 12, karena nilai K2 terbesar maka dapat ditentukan bahwa nomor dataset testing 12 adalah K2.
- Nomor dataset testing 16, karena nilai K2 terbesar maka dapat ditentukan bahwa nomor dataset testing 16 adalah K2.

karena nilai K1 terbesar bahwa nomor dataset

Hasil Untuk Penentuan Kelas

- Pada nomor dataset testing 4, kelas K1 sama nilainya pada DGA yaitu K1, maka metode naive bayes classifier sesuai dengan metode DGA.
- Pada nomor dataset testing 8, kelas K2 sama nilainya pada DGA yaitu K2, maka metode naive bayes classifier sesuai dengan metode DGA.
- Pada nomor dataset testing 12, kelas K2 tidak sama nilainya pada DGA yaitu K3, maka metode naive bayes classifier tidak sesuai dengan metode DGA.
- Pada nomor dataset testing 16, kelas K2 tidak sama nilainya pada DGA yaitu K4, maka metode naive bayes classifier tidak sesuai dengan metode DGA.

Accuracy didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Ilustrasi berikut ini memberikan gambaran perbedaan antara accuracy dan precision. Secara umum, presisi, recall, akurasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Rumus Presisi, Recall, Akurasi

Nilai Sebenarnya			
		True	False
Nilai Prediksi	True	TP (True Positive)	FP (False Positif)
	False	FN (False Negative)	TN (True Negative)

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Tabel 4.7 Perhitungan Posterior dengan Metode Naive Bayes Classifier

No	K1	K2	K3	K4	KELAS
4	0,00073 343	5,60E- 06	9,09E- 48	5,32E- 22	K1
8	0,07109 407	9,82E- 02	2,44E- 13	9,62E- 19	K2
12	0,07073 53	1,30E- 01	6,04E- 07	1,52E- 17	K2

16	0,07482 908	2,50E- 01	2,43E- 01	4,14E- 06	K2
----	----------------	--------------	--------------	--------------	----

Tabel 4.8 Perbandingan Perhitungan dan Asli

PERHITUNGAN	ASLI
K1	K1
K2	K2
K2	K3
K2	K4

Untuk K1 TP = 1, TN = 3, FP = 0, FN = 0

- Presisi = $\frac{TP}{TP+FP}$
= $1/(1+0) = 1 \times 100\% = 100\%$
- Recall = $\frac{TP}{TP+FN}$
= $1/(1+0) = 1 \times 100\% = 100\%$
- Akurasi = $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$
= $(1+3)/(1+3+0+0) = 1 \times 100\% = 100\%$

Untuk K2 TP = 1, TN = 1, FP = 0, FN = 2

- Presisi = $\frac{TP}{TP+FP}$
= $1/(1+0) = 1 \times 100\% = 100\%$
- Recall = $\frac{TP}{TP+FN}$
= $1/(1+2) = 0,3 \times 100\% = 30\%$
- Akurasi = $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$
= $(1+1)/(1+1+0+2) = 0,5 \times 100\% = 50\%$

Untuk K3 TP = 0, TN = 3, FP = 1, FN = 0

- Presisi = $\frac{TP}{TP+FP}$
= $0/(0+1) = 0 \times 100\% = 0\%$
- Recall = $\frac{TP}{TP+FN}$
= $0/(0+0) = 0 \times 100\% = 0\%$
- Akurasi = $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$
= $(0+3)/(0+3+1+0) = 0,75 \times 100\% = 75\%$

Untuk K4 TP = 0, TN = 3, FP = 1, FN = 0

- Presisi = $\frac{TP}{TP+FP}$
= $0/(0+1) = 0 \times 100\% = 0\%$
- Recall = $\frac{TP}{TP+FN}$
= $0/(0+0) = 0 \times 100\% = 0\%$
- Akurasi = $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$
= $(0+3)/(0+3+1+0) = 0,75 \times 100\% = 75\%$

Setelah diketahui hasil dari perhitungan diatas, lalu membandingkan presisi, recall, akurasi untuk K1, K2, K3, dan K4.

- Presisi
= (Presisi K1 + Presisi K2 + Presisi K3 + Presisi K4)/4
= (100%+100%+0%+0%)/4 = 50,00%
- Recall
= (Recall K1 + Recall K2 + Recall K3 + Recall K4)/4
= (100%+30%+0%+0%)/4 = 32,50%
- Akurasi
= (Akurasi K1 + Akurasi K2 + Akurasi K3 + Akurasi K4)/4
= (100%+50%+75%+75%)/4 = 75,00%

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa untuk nilai *presisi* dan *akurasian* cukup baik, tetapi untuk nilai *recall* kurang baik. Salah satu penyebabnya kurangnya data *training* maupun data *testing*.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil analisis yang telah dilakukan maka dalam pada penyelesaian tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan perhitungan *naive bayes classifier* pada minyak trafo dengan tingkat kualitasnya 50% jika dibandingkan metode DGA. Jadi, *naive bayes* juga dapat digunakan untuk menentukan kualitas minyak trafo.
2. Berdasarkan hasil keadaan minyak isolasi yang diperoleh menggunakan *Naive Bayes* sesuai dengan keadaan minyak isolasi dengan metode *Dissolved Gas Analysis (DGA)* yaitu semakin besar data testing untuk input perhitungan *naive bayes classifier* maka semakin besar pula kondisi minyak trafo berdasarkan nilai posterior kelasnya.
3. Berdasarkan perhitungan presisi dan akurasi cukup baik dengan nilai presisi 50,00% dan akurasi 75,00%. Sedangkan untuk recall kurang baik yaitu 32,50%. Jadi, dibutuhkan data hasil uji minyak trafo lebih banyak supaya tingkat presisi, akurasi, recall bisa lebih baik untuk analisis metode *Naive Bayes Classifier*.

REFERENSI

- [1] Anugroho, P. et al, *Klasifikasi Email Spam dengan Meode Naive Bayes Classifier menggunakan Java Programing*. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [2] Anonym. 2010. *Naive Bayes Classifier*. [Online]. Tersedia di: http://en.wikipedia.org/wiki/Naive_Bayes_classifier.
- [3] B. Raharjo, “Presisi Dan Akurasi,” *Beni Raharjo – Nature, Environment, Remote Sensing, GIS, IT and Myself*, 17-Mar-2011. [Online]. Available: <http://www.raharjo.org/math/presisi-dan-akurasi.html>.
- [4] Chumaidy Adib, *Analisis Kegagalan Minyak Isolasi Pada Transformator Daya Berbasis Kandungan Gas Terlarut*.
- [5] Hardityo Rahmat. 2008. *Tugas Akhir : Deteksi dan Analisis Kegagalan Transformator Dengan Metode Analisis Gas Terlarut*. Jakarta : FT UI.
- [6] IEEE, “*IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers*”, IEEE Standard C57-104TM-2008, Sep. 2008.
- [7] Marselina - *Prediksi Kelulusan dengan Naive Bayes dan C45 – 2010*
- [8] Sakti Sarjono, *Contoh-Perhitungan-Untuk-Naive-Bayes.pdf*, 2010
- [9] Wibisono, Y. 2005. *Klasifikasi Berita Berbahasa Indonesia menggunakan Naive Bayes Classifier*. [Online]. Tersedia <http://fpmipa.upi.edu/staff/yudi/yudi0805.pdf>.
- [10] Wikipedia: *Bayesian spam filtering*. http://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_spam_filtering.

BIOGRAFI PENULIS



Sofia Ariyani adalah dosen di lingkungan Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember. Topik penelitiannya berkaitan dengan pengembangan system elektronika dan system telekomunikasi.