



**PENGUJIAN MINYAK TRANSFORMATOR DAYA BERBASIS
*BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

Oleh

**Moh. Hidayat
NIM 091910201028**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015



**PENGUJIAN MINYAK TRANSFORMATOR DAYA BERBASIS
*BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Moh. Hidayat
NIM 091910201028**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, yang telah memberikan taufiq dan hidayahnya kepada hambanya. Sehingga saya dapat menjalani hidup ini dengan keadaan sehat wal'afiat dan menjadikan hamba yang beriman.
2. Ibunda Dayanah dan Ayahanda Holili tercinta yang telah membesarkan, membimbing, memberikan motivasi dan kasih sayang, serta tak hentinya do'a yang engkau lantunkan utukku agar mendapatkan masa depan yang cerah.
3. Kakakku tersayang "Lidiyana Sari S.Pd" yang selalu memberikan doa dan motivasi baik spiritual maupun material kepada saya selama menempuh pendidikan di Universitas Jember;
4. Guru-guruku SD, SMP, SMA dan Dosen Teknik Universitas Jember yang telah menjadikan saya manusia yang berilmu dan bertaqwa.
5. Sahabat - sahabat saya arek "EE '09" terimakasih atas semangat dan senyuman yang menjadi motivasi saya dan senantiasa mewarnai hari - hari saya dan terimakasih atas kenangan indah kita bersama. Semoga arek-arek "EE '09 SAK LAWASE TETEP DOLOR" menjadi saudara yang abadi. Amin;
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

“Setiap orang mulia menjadi mulia dan setiap orang sukses menjadi sukses ketika ia mengerahkan segenap kemampuan dan konsentrasinya untuk tujuan yang positif”

[MARDIL]

“Persepsi adalah awal perubahan dan perubahan adalah awal kemajuan”

[Dr. Ibrahim Elfiky]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Moh. Hidayat

NIM : 091910201028

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “*Pengujian Minyak Transformator Daya Berbasis Backpropagation Neural Network*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 20 Februari 2015

Yang Menyatakan,

Moh.Hidayat

NIM 091910201028

SKRIPSI

**PENGUJIAN MINYAK TRANSFORMATOR DAYA BERBASIS
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK**

Oleh

Moh. Hidayat
NIM 091910201028

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T

PENGESAHAN

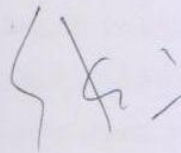
Skripsi berjudul “*Pengujian Minyak Transformator Daya Berbasis Backpropagation Neural Network*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Senin, 23 Februari 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,



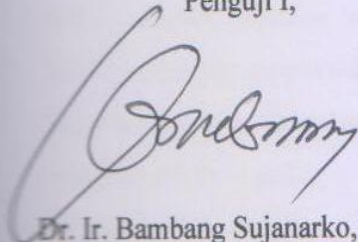
Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.
NIP. 19710402 200312 1 001

Pembimbing Anggota,



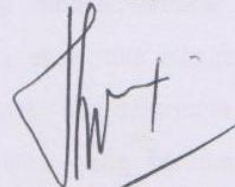
H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T.
NIP. 19690608 199903 1 002

Penguji I,



Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.
NIP. 19631201 199402 1 002

Penguji II,



Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengujian Minyak Transformator Daya Berbasis Backpropagation Neural Network; Moh. Hidayat; 091910201028; 2009; 53 Halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak transformator harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus. Sedangkan sebagai pendingin, minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan.

Minyak transformator dalam fungsinya sebagai pendingin serta sebagai bahan isolasi. Faktor yang mempengaruhi kualitas minyak (*degradasi*) transformator seperti pengaruh *internal* yang terjadi akibat pembebanan yang dipikul transformator menyebabkan terjadinya panas pada belitan transformator yang berakibat pula kenaikan suhu minyak transformator. Bila suhu minyak pada transformator mengalami kenaikan dapat menimbulkan oksidasi pada minyak. Hasil oksidasi memicu munculnya senyawa yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida, karbon dioksida, etilena, etana, dan asetilena. Bila senyawa-senyawa tersebut melewati batas normal konsentrasinya dapat mengakibatkan terjadinya gangguan pada transformator yang berujung pada kerusakan transformator.

Skripsi ini menganalisis kondisi minyak transformator berdasarkan DGA (*Dissolved Gas Analysis*) dengan mengaplikasikan metode *Backpropagation Neural Network*. Berbagai level kondisi minyak transformator disesuaikan dengan standar IEEE C57.104-1991. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh jaringan Backpropagation dengan koefisien korelasi (r^2) sebesar 0,86716 dengan nilai *error* persen (E) pada data pengujian sebesar 11,76 %.

*Pengujian Minyak Transformator Daya Berbasis Backpropagation Neural
Network*

Moh. Hidayat

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Transformator daya merupakan peralatan yang sangat vital dalam sistem distribusi maupun transmisi tenaga listrik. Gangguan dari transformator banyak disebabkan karena kegagalan pada isolasi minyak transformator. Untuk mengantisipasi gangguan transformator tersebut diperlukan pengujian pada minyak transformator. Penelitian ini mengidentifikasi kondisi transformator berdasarkan *Dissolved Gas Analysis* yang diaplikasikan pada metode *Backpropagation Neural Network*. Metode *Backpropagation Neural Network* akan memberikan penilaian kondisi minyak transformator. Hasil metode ini akan menunjukkan level kondisi minyak transformator menjadi beberapa kondisi.

Kata Kunci : Minyak Transformator, *Dissolved Gas Analysis*, *Backpropagation Neural Network*.

Power Transformer Oil Testing Based Backpropagation Neural Network

Moh. Hidayat

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

Power transformer is an important vital device in distribution system and electric power transmission. The disorder of transformer caused a lot of failures in isolation transformer oil. To anticipate the transformer disorder, it is required testing in transformer oil. This research is identify transformer condition based Dissolved Gas Analysis which applied in Backpropagation Neural Network method. Backpropagation Neural Network method will provide an assessment of the transformer oil condition. The results of this method will show the condition of transformer oil level into several conditions.

Keywords : *Transformer Oil, Dissolved Gas Analysis, Backpropagation Neural Network.*

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Pengujian Minyak Transformator Daya Berbasis Backpropagation Neural Network*”. Skripsi ini mempunyai beban 4 SKS (Satuan Kredit Semester) dan disusun guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam terselesaikannya skripsi ini penulis tidak terlepas dari segala bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan karunia dan rahmatnya untuk kita semua
2. Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga besarnya dan para sahabatnya.
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Triwahju Hardianto S.T., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember.
5. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro, Universitas Jember.
6. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini
8. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro.
9. Keluarga yang selama ini selalu memberiku motivasi serta banyak memberikan saya dukungan spiritual maupun material.

10. Teman-teman seperjuangan, Teknik Elektro 2009 (SAK LAWASE TETEP DULUR) dan, terima kasih untuk kalian semua.
11. Semua pihak yang telah membantu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan menyadari adanya kekurangan serta jauh dari kesempurnaan skripsi ini, baik dalam penyusunan maupun pembahasan masalah karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca.

Jember, 20 Februari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
ABSTRAK	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Transformator	5
2.2 Minyak Transformator	7
2.3 Proses Terbentuknya Gas Dalam Minyak Transformator	8
2.4 Pendingin Transformator	8
2.5 Dissolved Gas Analysis (DGA)	10
2.6 Jenis Kegagalan Berdasarkan DGA	12
2.7 Klasifikasi Kondisi Transformator Berdasarkan DGA	13

2.8	Artificial Neural Network (ANN)	14
2.9	Model Neuron (tansig, logsig, purelin)	17
2.10	Jaringan Feedforward	19
2.12	Algoritma Backpropagation.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	Objek Penelitian.....	24
3.2	Alat dan Bahan	25
3.3	TDCG (<i>Total Dissolved Combustion Gas</i>).....	25
3.4	Pemodelan <i>Backpropagation Neural Network</i>	26
3.5	Flowchart Jaringan <i>Backpropagation</i>	28
3.6	Flowchart Penelitian	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Pengujian Minyak Transformator	30
4.2	Analisis TDCG (<i>Total Dissolved Combustible Gas</i>).....	31
4.3	Aplikasi Algoritma <i>Backpropagation Neural Network</i>	33
4.4	Analisis Hasil <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPNN).....	36
	4.4.1 Analisi Hasil Pelatihan BPNN.....	36
	4.4.2 Analisis Data Hasil Pengujian BPNN	44
4.5	Hasil Pengujian Jaringan dan Tindakan Pengoperasian	47
BAB 5 PENUTUP.....		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tipe Pendingin Pada Transformtor Daya.....	9
2.2 Jenis Gas Yang Terlarut Dalam Minyak Isolasi	11
2.3 Keadaan Minyak Isolasi Dengan Kandungan Gas (std. IEEE).....	11
2.4 Jenis Kegagalan (<i>Fault</i>) yang Terdeteksi Dengan Uji DGA	12
2.5 Batas Konsentrasi Gas Terlarut Berdasarkan IEEE C57.104-1991	13
3.1 Batas Konsentrasi Gas Terlarut Dalam Satuan <i>Part Per Million</i> (ppm) Berdasarkan Standar IEEE C57.104-199.....	25
4.1 Hasil Pengujian Minyak Transformator.....	30
4.2 Klasifikasi Data Uji Berdasarkan TDCG	32
4.3 Data Aktual Untuk Proses <i>Training</i>	34
4.4 Data Cek Untuk Proses <i>Testing</i>	36
4.5 Parameter Pembentukan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pelatihan	39
4.6 Perbandingan <i>Error</i> Target dan Output data Pelatihan.....	41
4.7 Perbandingan <i>Error</i> antara Target dengan Output Data Pengujian	45
4.8 Data Hasil Pengujian Dengan Tindakan Pengoperasian.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Prinsip kerja transformator.....	5
2.2 Minyak isolasi transformator	7
2.3 Diagram Blok Struktur Jaringan NN.....	16
2.5 Model Struktur Neuron	18
2.6 Fungsi transfer <i>log-sigmoid</i>	18
2.7 Fungsi transfer <i>tan-sigmoid</i>	18
2.8 Fungsi transfer <i>linear</i>	19
2.9 Jaringan <i>Feedforward</i>	19
2.5 Arsitektur Jaringan <i>Backpropagation</i>	20
3.1 Transformator Daya di GI Jember	24
3.2 Blok diagram pemodelan <i>Backpropagation Neural Network</i>	27
4.1 Diagram <i>Neural Network</i>	37
4.2 Diagram struktur utama jaringan	38
4.3 Diagram struktur jaringan pada <i>layer 1</i>	38
4.4 Diagram struktur jaringan pada bobot <i>layer 1</i>	38
4.5 Diagram struktur jaringan pada <i>layer 2</i>	39
4.6 Diagram struktur jaringan pada bobot <i>layer 2</i>	39
4.7 Performa data pelatihan pada jaringan.....	40
4.8 Korelasi target dan output pada data pelatihan	44
4.9 Perbandingan antara target dengan output jaringan pada data pelatihan	44
4.10 Hubungan antara target dengan output jaringan, untuk data pengujian..	46
4.11 Perbandingan target dengan output jaringan untuk data pengujian	47

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Data Rekapitulasi DGA Minyak Transformator 3 UPT Jember
- B. Coding MATLAB Jaringan Backpropagation Neural Network
- C. Data Sheet Shell Diala S2 ZU-1