



**ANALISIS KEANDALAN TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN INDIKATOR  
TEGANGAN REGULASI DAN EFISIENSI  
TRANSFORMATOR  
(STUDI KASUS PADA PT.PLN APJ JEMBER)**

**SKRIPSI**

Oleh

**ALVIAN JIHAD SURYANA  
NIM 071910201042**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS KEANDALAN TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN INDIKATOR  
TEGANGAN REGULASI DAN EFISIENSI  
TRANSFORMATOR  
(STUDI KASUS PADA PT.PLN APJ JEMBER)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

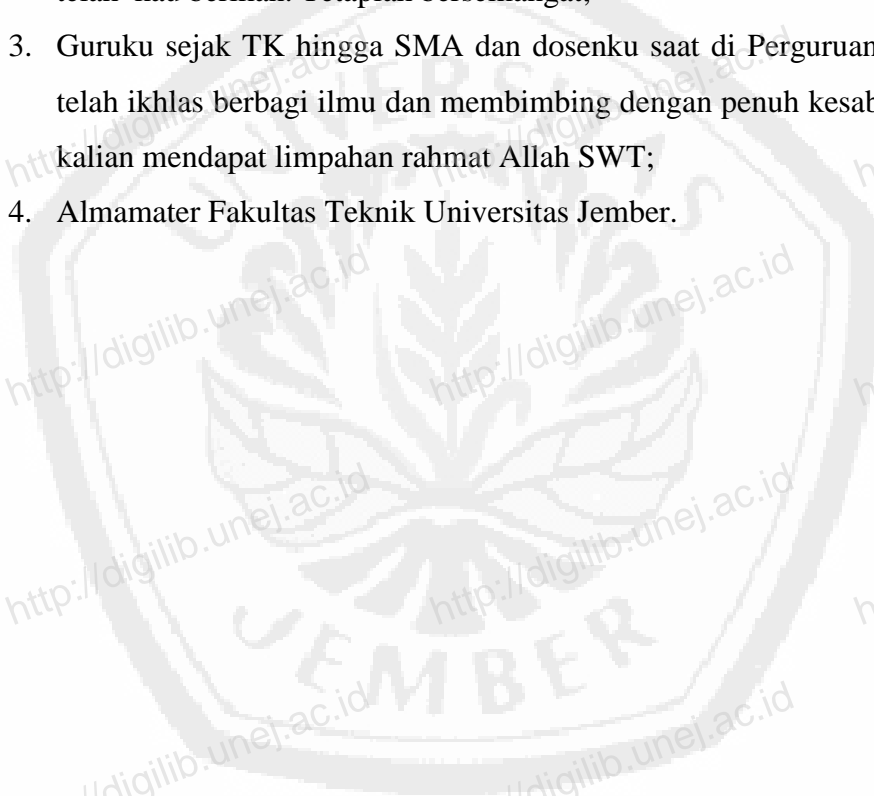
**ALVIAN JIHAD SURYANA  
NIM 071910201042**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua tercinta, Ibunda Sunari Yatin dan Ayahanda Saiful Bahri. Terima kasih atas kasih sayang dan motivasi yang telah kalian berikan. Kalianlah motivasi terbesarku selama ini;
2. Adikku tersayang, Amalia Septia Wardani. Terima kasih atas motivasi yang telah kau berikan. Tetaplah bersemangat;
3. Guruku sejak TK hingga SMA dan dosenku saat di Perguruan Tinggi, yang telah ikhlas berbagi ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran. Semoga kalian mendapat limpahan rahmat Allah SWT;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.



## MOTTO

“(yaitu) kamu beriman kepada Allah dan RasulNya dan berjihad di jalan Allah dengan harta dan jiwamu. Itulah yang lebih baik bagimu, jika kamu mengetahui.”

(*Ash Shaff: 11*)<sup>\*)</sup>

“Jangan menjadikan keadaanmu sebagai alasan untuk menyerah”

"Barang siapa selalu beristighfar, Allah memberikan jalan keluar untuk setiap kesedihannya, melapangkan setiap kesempitannya, dan memberinya rezeki yang tidak disangka-sangkanya."

(*HR Ahmad, Abu Dawud, Ibnu Majah, dan Hakim*)<sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2007. *Al – Quran dan Terjemahannya*. Jakarta: CV Darus Sunnah.

<sup>\*\*)</sup> SF, Qamaruddin. 2010. *Doa Pembersih Dosa : Keajaiban Istighfar - Beristighfar Bersama Imam Hasan al-Bashri*. Zaman.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alvian Jihad Suryana

NIM : 071910201042

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Analisis Keandalan Transformator Distribusi Menggunakan Indikator Tegangan Regulasi dan Efisiensi Transformator (Studi Kasus pada PT.PLN APJ Jember)* adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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 sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Mei 2012

Yang menyatakan,

(Alvian Jihad Suryana)

NIM 071910201042

**SKRIPSI**

**ANALISIS KEANDALAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI  
MENGUNAKAN INDIKATOR TEGANGAN REGULASI DAN  
EFISIENSI TRANSFORMATOR**

**(STUDI KASUS PADA PT.PLN APJ JEMBER)**

Oleh

Alvian Jihad Suryana

NIM 071910201042

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Suprihadi Prasetyono, ST., MT.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Keandalan Transformator Distribusi Menggunakan Indikator Tegangan Regulasi dan Efisiensi Transformator (Studi Kasus pada PT.PLN APJ Jember)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

hari : Kamis  
tanggal : 21 Juni 2012  
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji:

Pembimbing Utama (Ketua Penguji), Pembimbing Anggota (Sekretaris),

Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.

Suprihadi Prasetyono, ST., MT.

NIP 198006102005011003

NIP 197008261997021001

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Widyono Hadi, MT.

Dr. Azmi Saleh, ST., MT.

NIP 196104141989021001

NIP 197106141997021001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.

NIP 196104141989021001

*Analisis Keandalan Transformator Distribusi Menggunakan Indikator Tegangan  
Regulasi dan Efisiensi Transformator (Studi Kasus pada PT.PLN APJ Jember)*

**Alvian Jihad Suryana**

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Transformator distribusi merupakan perangkat listrik yang dipakai untuk menyalurkan suplai listrik ke pelanggan.. Dengan pertumbuhan penduduk kota Jember yang terus meningkat dan berpotensi sebagai kota industri, perlu dilakukan penyuplaian secara kontinyu untuk memenuhi kebutuhan beban. Oleh karena itu penting dilakukan analisis mengenai keandalan transformator distribusi 200 kVA PLN Area Jember. Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan indikator efisiensi dan regulasi tegangan transformator. Pengambilan banyaknya sampel data dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik menggunakan rumus Slovin. Penelitian dilakukan pada WBP (Waktu Beban Puncak).

Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar keandalan transformator distribusi 200 kVA yang mencakup efisiensi dan regulasi tegangan masih di bawah nilai standar yang ditentukan oleh SPLN50:1997. Regulasi tegangan transformator 200 kVA pada WBP di berbagai penyulang sebesar 2,45% sampai dengan 3,885%.

**Kata Kunci** : transformator distribusi, keandalan, indikator efisiensi, regulasi tegangan, WBP (Waktu Beban Puncak).



*Reliability Analysis of Distribution Transformer Using Indicators Voltage Regulation and Transformer Efficiency (Case Study at PT PLN APJ Jember)*

**Alvian Jihad Suryana**

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

**ABSTRACT**

*Distribution transformer is an electrical device that used to supply electrical energy to the customer. Jember city with growth potential population as a city of industry, need to be supplied continuously for the purpose of load requirements. Therefore, important to do an analysis of reliability of 200 kVA distribution transformers PLN Jember Area. The analysis in this research conducted by the efficiency indicator and voltage regulation of transformer. Number of sample data performed by using the approach of Slovin formula. The research was conducted on the PLT (Peak Load Time).*

*The result showed most of the 200 kVA distribution transformer reliability that include efficiency and voltage regulation are still well below the standars set by SPLN50:1997. Voltage regulation of 200 kVA transformer on PLT in a variety of feeders was 2,45% to 3,85%.*

**Keywords** : *distribution transformer, reliability, efficiency indicator, voltage regulation, PLT (Peak Load Time).*

## RINGKASAN

**Analisis Keandalan Transformator Distribusi Menggunakan Indikator Tegangan Regulasi dan Efisiensi Transformator (Studi Kasus pada PT.PLN APJ Jember;** Alvian Jihad Suryana, 071910201042; 2012; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Jember merupakan suatu wilayah yang letak secara strategis berada didaerah kawasan yang potensial sebagai industri, pertokoan dan perumahan yang cukup padat hal ini menyebabkan beban PLN bertambah besar, belakangan ini kebutuhan akan listrik menjadi satu masalah yang cukup serius. Pertumbuhan penduduk dan industri yang begitu pesat menyebabkan peningkatan beban listrik dan PLN harus menyuplai listrik secara kontinyu. Transformator distribusi merupakan perangkat listrik yang digunakan untuk menyuplai listrik ke pelanggan secara langsung dan kontinyu sesuai dengan kapasitas pembebanan. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui keandalan transformator distribusi dengan SPLN50:1997 sebagai pembanding. Keandalan transformator distribusi dapat dilakukan dengan dua indikator, yaitu efisiensi dan regulasi tegangan transformator.

Transformator distribusi dengan daya pengenal 200 kVA di Jember sebanyak 59 transformator. Dengan menggunakan pendekatan statistik rumus Slovin, diambil sampel sebanyak 37 transformator dengan derajat kebebasan atau derajat kelonggaran ketidak telitian sebesar 0,1. Spesifikasi umum transformator distribusi 200 kVA area Jember menggunakan hubungan belitan Y – Z. Manfaat pemakaian hubungan belitan yang sesuai adalah untuk kerja paralel transformator 3 fasa. Tujuan utama kerja paralel adalah supaya beban yang dipikul sebanding dengan kemampuan kVA masing – masing transformator sehingga tidak terjadi pembebanan yang berlebihan. Selain itu untuk pemasangan komponen proteksi juga harus menyesuaikan dengan hubungan belitan. Bila tidak memperhatikan hubungan belitan transformator terhadap belitan komponen proteksi, dapat mengakibatkan kesalahan pembacaan dan dapat berdampak pada kegagalan

proteksi. Analisis dilakukan pada saat WBP (Waktu Beban Puncak) transformator. Analisis menghasilkan efisiensi transformator dengan nilai terbesar dialami oleh transformator pada Penyulang Sukorambi. Regulasi tegangan transformator 200 kVA saat WBP di berbagai penyulang sebesar 2,45% sampai dengan 3,885%.



## PRAKATA

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Analisis Keandalan Transformator Distribusi Menggunakan Indikator Tegangan Regulasi dan Efisiensi Transformator (Studi Kasus pada PT.PLN APJ Jember)* dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Elektro Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT. dan Bapak Suprihadi Prasetyono, ST., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan saran, bimbingan dan arahan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
2. Bapak Sumardi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro, dan Dr. Azmi Saleh, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro dan koordinator skripsi;
3. Ir.Widyono Hadi, MT. selaku dosen penguji II, dan Dr.Azmi Saleh, ST., MT. selaku dosen penguji II, yang telah memberi masukan bermanfaat.
4. Ayahanda Saiful Bahri dan Ibunda Sunari Yatin, serta adikku Amalia Septia. Terima kasih atas segala doanya yang begitu tulus serta kasih sayang yang begitu besar.

Semoga kebaikan – kebaikan pihak yang telah membantu saya mendapatkan limpahan rahmat dan hidayah Allah SWT. Penulis sadar penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik diharapkan untuk pengembangan dan penyempurnaan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat di kemudian hari.

Penulis

Jember, 24 Mei 2012

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERSEMBAHAN .....	ii
MOTTO .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
PEMBIMBINGAN .....	v
PENGESAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
RINGKASAN .....	ix
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Penelitian .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	2
1.6 Sistematika Pembahasan .....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Transformator .....	4
2.2 Transformator Distribusi .....	5
2.2.1 Transformator Satu Fasa .....	7
2.2.2 Transformator Tiga Fasa .....	8
2.3 Hubungan Tiga Fasa dalam Transformator .....	9

2.4 Konfigurasi Hubungan Belitan Transformator Tiga Fasa .....	10
2.5 Keadaan Transformator Tanpa Beban .....	13
2.6 Keadaan Transformator Berbeban .....	16
2.7 Rugi – Rugi pada Transformator .....	17
2.7.1 Rugi Tembaga ( $P_{cu}$ ) .....	17
2.7.2 Rugi Besi ( $P_i$ ) .....	18
2.8 Sistem Tiga Fasa .....	18
2.9 Daya Pada Sistem Tiga Fasa .....	19
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	21
3.2 Analisis Data .....	21
3.3 Alur Penelitian .....	24
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Data Penyulang Transformator Distribusi 200 kVA Area Jember .....	25
4.2 Data Hasil Ukur .....	28
4.3 Spesifikasi Umum Transformator Distribusi 200 kVA .....	29
4.4 Analisis Data .....	30
4.4.1 Tegangan Sekunder Tak Berbeban .....	30
4.4.2 Rugi Daya Saluran Distribusi .....	31
4.4.3 Efisiensi Transformator .....	31
4.4.4 Regulasi Tegangan Transformator Distribusi .....	35
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Transformator Distribusi Satu Fasa .....	7
Gambar 2.2 Konstruksi Transformator Tiga Fasa .....	8
Gambar 2.3 Hubungan Bintang (Wye) .....	9
Gambar 2.4 Hubungan Segitiga (delta) .....	10
Gambar 2.5 Transformator Hubungan Segitiga – Segitiga .....	10
Gambar 2.6 Transformator Hubungan Bintang – Bintang .....	11
Gambar 2.7 Transformator Hubungan Segitiga – Bintang .....	12
Gambar 2.8 Transformator Hubungan Bintang – Segitiga .....	13
Gambar 2.9 Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	13
Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	14
Gambar 2.11 Vektor Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	14
Gambar 2.12 Gelombang $I_0$ tertinggal $90^0$ dari $V_1$ .....	14
Gambar 2.13 Gelombang $e_1$ tertinggal $90^0$ dari $\Phi$ .....	15
Gambar 2.14 Transformator Dalam Keadaan Berbeban .....	16
Gambar 2.15 Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Berbeban .....	16
Gambar 2.16 Diagram Blok Rugi – Rugi Pada Transformator .....	17
Gambar 2.17 Sistem Tiga Fasa Sebagai Tiga Sistem Fasa Tunggal .....	18
Gambar 2.18 Bentuk Gelombang Sistem 3 Fasa .....	18
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian .....	23
Gambar 4.1 Penyulang Karimata .....	25
Gambar 4.2 Penyulang Sukorambi .....	26

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Distribution Transformer Standar Ratings, kVA</i> .....	6
Tabel 2.2 Standar Rating Transformator PLN .....	6
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	21
Tabel 4.1 Data Hasil Ukur Transformator Distribusi 200 kVA Area Jember pada Waktu Beban Puncak (WBP) .....	28
Tabel 4.2 Efisiensi Transformator Distribusi 200 kVA Area Jember pada Saat WBP .....	32
Tabel 4.3 Spesifikasi Menurut SPLN50:1997 .....	34
Tabel 4.4 Regulasi Transformator Distribusi 200 kVA Area Jember pada saat WBP (Waktu Beban Puncak) .....	35
Tabel 4.5 Spesifikasi Menurut SPLN50:1997 .....	37



## DAFTAR LAMPIRAN

A. SPLN50:1997, Spesifikasi Transformator Distribusi

B. Kurva Beban Harian Region Jawa Timur dan Bali

