



JURNAL TEKNIK

TEKNIK INFORMATIKA - TEKNIK MESIN - TEKNIK SIPIL - TEKNIK ELEKTRO - TEKNIK INDUSTRI

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA DI LANTAI PRODUKSI PADA PT. XACTI DEPOK JAWA BARAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE WORK SAMPLING
Hermanto

PENERAPAN METODE LINE BALANCING UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADA JALUR LINTASAN CPLG EXTENSION DI PT. ABC
Joko Supono, Tri Widodo

PENGUJIAN TEMPERATURE RISE TRANSFORMATOR 3 PHASA 1000 kVA TEGANGAN 20000/400 V
Sumardi Sadi

ANALISIS BIAYA PENGGUNA JALAN DI WILAYAH JABODETABEK
Sri Nuryati

SISTEM INFORMASI NILAI ONLINE BERBASIS WEB DI SMA NEGERI 20 KABUPATEN TANGERANG
Irfan Nasrullah, Saepudin

KINERJA LAPISAN GEOTEKSTIL PADA UMUR 5 TAHUN SETELAH PEMASANGAN
Almufid, Saiful Haq

APLIKASI SISTEM RAYONISASI PENERIMAAN SISWA BARU TINGKAT SMA NEGERI DI JAKARTA BARAT DENGAN METODE BUBBLE SORT
Rahma Farah Ningrum, Maya Pamela

SISTEM KONTROL TEMPERATUR MENGGUNAKAN PLC ZELIO SR2 B121 BD, SIMULASI PADA PROTOTYPE RUANGAN DENGAN SUHU 29°C - 36°C)
Lisa Fitriani Ishak, Sumardi Sadi, Dwi Pribadi

PENGARUH METANOL KADAR RENDAH TERHADAP EFISIENSI TERMAL MESIN DIESEL DENGAN EGR
Yafid Effendi

PERANCANGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMBERIAN KARTU KREDIT DENGAN METODE MFEP (MULTI FACTOR EVALUATION PROCESS)
Yasni Djamain, Riri Wulandari Fenika

SISTEM INFORMASI PENDATAAN ALUMNI BERBASIS WEB STMIK LEPISI TANGERANG
Muhammad Jonni

ANALISIS CATU DAYA SISTEM TRANSFORMATOR PEMAKAIAN SENDIRI PADA SST DAN UST
H. Alief Maulana, Didik Aribowo, Chandra Arief B.

IMPLEMENTASI SISTEM LAYANAN INFORMASI AKADEMIK TERINTEGRASI WEB [STUDI KASUS: SMK TEKNOLOGI PLUS PADJADJARAN SUKABUMI]
Abdul Haris, Tiara Syahra

ANALISIS DESAIN OPTIMUM SPROKET RODA BELAKANG SEPEDA MOTOR KRITERIA BIAYA MATERIAL MINIMUM
Insana Jatmiko

PERANCANGAN APLIKASI MONITORING DATA ASET DAN INVENTARIS IT BERBASIS WEB PADA PT. TMS LOGISTICS
Mahpud, H. Syamsul Bahri

EVALUASI KUALITAS LAYANAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK DENGAN METODE SERVQUAL (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO)
Aliyadi

ANALISA PENGUAT JACK HYDRAULIC KAPASITAS 5 TON
Bambang Suhardi Waluyo

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol Tangerang - Tlp. 021 - 51374916

	Jurnal	Vol.	No.	Hlm.	FT. UMT	ISSN
	Teknik	4	1	1-165	Januari 2015	2302-8734

JURNAL TEKNIK

Teknik Informatika ~ Teknik Mesin ~ Teknik Sipil
Teknik Elektro ~ Teknik Industri



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TANGERANG

Pelindung:

Dr. H. Achmad Badawi, S.Pd., SE., MM
(Rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang)

Penanggung Jawab:

Ir. Saiful Haq, M.Si
(Dekan Fakultas Teknik)

Pembina Redaksi:

Rohmat Taufik, ST., M.Kom
Drs. H. Syamsul Basri

Pimpinan Redaksi:

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT

Redaktur Pelaksana:

Mahpud, M.Kom

Editor Jurnal Teknik UMT:

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT

Dewan Redaksi:

M. Jonni, M.Kom
Tri Widodo, ST., MT
Lenni, ST., MT
Elfa Fitria, S.Kom., M.Eng
Bambang Suhardi W., ST., MT
Yafid Efendi, ST., MT

Mitra Bestari:

Prof. Dr. Aris Gumilar
Dr. Ir. Doddy Hermiyono, DEA
Nur Fajar Yanta, M.Sc

JURNAL TEKNIK

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Tangerang

Alamat Redaksi:

Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33 Cikokol Tangerang
Tlp. (021) 51374916

Jurnal Teknik	Vol.	No.	Hlm.	UMT	ISSN
	3	2	1-165	Januari 2015	2302-8734

DAFTAR ISI

- ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA DI LANTAI PRODUKSI PADA PT. XACTI DEPOK JAWA BARAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE *WORK SAMPLING* - 1
Hermanto
- PENERAPAN METODE *LINE BALANCING* UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADA JALUR LINTASAN *CPLG EXTENSION* DI PT. ABC - 10
Joko Supono, Tri Widodo
- PENGUJIAN *TEMPERATURE RISE* TRANSFORMATOR 3 PHASA 1000 kVA TEGANGAN 20000/400 V - 24
Sumardi Sadi
- ANALISIS BIAYA PENGGUNA JALAN DI WILAYAH JABODETABEK - 32
Sri Nuryati
- SISTEM INFORMASI NILAI *ONLINE* BERBASIS *WEB* DI SMA NEGERI 20 KABUPATEN TANGERANG - 40
Irfan Nasrullah, Saepudin
- KINERJA LAPISAN GEOTEKSTIL PADA UMUR 5 TAHUN SETELAH PEMASANGAN - 52
Saiful Haq, Almufid
- APLIKASI SISTEM RAYONISASI PENERIMAAN SISWA BARU TINGKAT SMA NEGERI DI JAKARTA BARAT DENGAN METODE *BUBBLE SORT* - 59
Rahma Farah Ningrum, Maya Pamela
- SISTEM KONTROL TEMPERATUR MENGGUNAKAN *PLC ZELIO SR2 B121 BD*, SIMULASI PADA *PROTOTYPE RUANGAN* DENGAN SUHU 29 °C - 36 °C) - 66
Lisa Fitriani Ishak, Sumardi Sadi, Dwi Pribadi
- PENGARUH METANOL KADAR RENDAH TERHADAP EFISIENSI TERMAL MESIN DIESEL DENGAN *EGR* - 79
Yafid Effendi
- PERANCANGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMBERIAN KARTU KREDIT DENGAN METODE *MFEP (MULTI FACTOR EVALUATION PROCESS)* - 84
Yasni Djainain, Riri Wulandari Fenika
- SISTEM INFORMASI PENDATAAN ALUMNI BERBASIS *WEB* *STMIK LEPISI TANGERANG* - 94
Muhammad Jonni
- ANALISIS CATU DAYA SISTEM TRANSFORMATOR PEMAKAAN SENDIRI PADA *SST* DAN *UST* - 102
H. Alief Maulana, Didik Aribowo, Chandra Arief B
- IMPLEMENTASI SISTEM LAYANAN INFORMASI AKADEMIK TERINTEGRASI *WEB* [STUDI KASUS: *SMK TEKNOLOGI PLUS PADJADJARAN SUKABUMI*] - 111
Abdul Haris, Tiara Syahra
- ANALISIS DESAIN OPTIMUM SPROKET RODA BELAKANG SEPEDA MOTOR KRITERIA BIAYA MATERIAL MINIMUM - 132
Insana Jatmiko
- PERANCANGAN APLIKASI MONITORING DATA ASET DAN INVENTARIS IT BERBASIS *WEB* PADA PT. *TMS LOGISTICS* - 136
Mahpud, H. Syamsul Bahri
- EVALUASI KUALITAS LAYANAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK DENGAN METODE *SERVQUAL* (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO) - 143
Aliyadi
- ANALISA PENGUAT JACK HYDRAULIC KAPASITAS 5 TON - 156
Bambang Suhardi Waluyo



**Sambutan Dekan
Fakultas Teknik**
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji Syukur kehadiran Allah Swt. karena berkat karunia dan ijin-Nyalah Tim penyusun Jurnal Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang dapat menyelesaikan tugasnya tepat sesuai dengan waktu ditetapkan.

Saya menyambut baik diterbitkannya Jurnal Teknik Vol. 4 No. 1 Januari 2015, terbitnya jurnal ini, merupakan respon atas terbitnya Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi; Surat Dirjen Dikti Nomor 2050/E/T/2011 tentang kebijakan unggah karya ilmiah dan jurnal; Surat Edaran Dirjen Dikti Nomor 152/E/T/2012 tertanggal 27 Januari 2012 perihal publikasi karya ilmiah yang antara lain menyebutkan untuk lulusan program sarjana terhitung mulai kelulusan setelah 2012 harus menghasilkan makalah yang terbit pada jurnal ilmiah.

Terbitnya Jurnal ini juga diharapkan dapat mendukung komitmen dalam menunjang peningkatan kemampuan para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang dilandasi oleh kejujuran dan etika akademik. Perhatian sangat tinggi yang telah diberikan rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang khususnya mengenai *plagiarism* dan cara menghindarinya, diharapkan mampu memacu semangat dan motivasi para pengelola jurnal, para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang semakin berkualitas.

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada para penulis, para pembahas yang memungkinkan jurnal ini dapat diterbitkan, dengan harapan dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dalam peningkatan kualitas karya ilmiah.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

Ir. Saiful Haq, M.Si



**Pengantar Redaksi
Jurnal Teknik**
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji dan Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadapan Allah Swt. atas karunia dan lindungannya sehingga Jurnal Teknik Vol. 4 No. 1 Bulan Januari 2015 dapat diterbitkan.

Menghasilkan karya ilmiah merupakan sebuah tuntutan perguruan tinggi di seluruh dunia. Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu darma pendidikan, darma penelitian, dan darma pengabdian kepada masyarakat mendorong lahirnya dinamika intelektual diantaranya menghasilkan karya-karya ilmiah. Penerbitan Jurnal Teknik ini dimaksudkan sebagai media dokumentasi dan informasi ilmiah yang sekiranya dapat membantu para dosen, staf dan mahasiswa dalam menginformasikan atau mempublikasikan hasil penelitian, opini, tulisan dan kajian ilmiah lainnya kepada berbagai komunitas ilmiah.

Buku Jurnal yang sedang Anda pegang ini menerbitkan 16 artikel yang mencakup bidang teknik sebagaimana yang tertulis dalam daftar isi dan terdokumentasi nama dan judul-judul artikel dalam kulit cover Jurnal Teknik Vol. 3 No. 2 bulan Januari 2015 dengan jumlah halaman 1-155 halaman.

Jurnal Teknik ini tentu masih banyak kekurangan dan masih jauh dari harapan, namun demikian tim redaksi berusaha untuk ke depannya menjadi lebih baik dengan dukungan kontribusi dari semua pihak. Harapan Jurnal Teknik akan berkembang menjadi media komunikasi intelektual yang berkualitas, aktual dan faktual sesuai dengan dinamika di lingkungan Universitas Muhammadiyah Tangerang.

Tak lupa pada kesempatan ini kami mengundang pembaca untuk mengirimkan naskah ringkasan penelitiannya ke redaksi kami. Kami sangat berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Jurnal Teknik ini semoga buku yang sedang Anda baca ini dapat bermanfaat.

Pimpinan Redaksi Jurnal Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT

PENGUJIAN TEMPERATURE RISE TRANSFORMATOR 3 PHASA 1000 kVA TEGANGAN 20000/400 V

Ir. Drs. Sumardi Sadi, MT
Universitas Muhammadiyah Tangerang
E-mail: *mardiesadi99@gmail.com*

ABSTRAK

Panas merupakan salah satu penyebab menurunnya ketahanan isolasi transformator, padahal tipe isolasi transformator mempunyai tingkat ketahanan terhadap suhu yang berbeda-beda. Tujuan pengujian kenaikan suhu adalah untuk mengetahui kenaikan suhu minyak dan belitan transformator. Pengujian menggunakan metode "*Test to steady state by short circuit*." Pengujian dilakukan dengan injeksi rugi total secara kontinyu dengan sisi belitan lain di "*short circuit*". Kenaikan suhu minyak dan suhu lingkungan dicatat setiap satu jam untuk analisa. Sedangkan suhu belitan dihitung setelah didapat nilai tahanan belitan pada kondisi panas. Diakhir pengujian semua data di analisa dan dilakukan perhitungan sehingga akan diperoleh nilai suhu minyak, suhu belitan TT/TR. Transformator dikatakan lulus uji jika suhu yang diperoleh tidak melebihi standar yang ditentukan.

Kata Kunci : *transformator, short circuit, test to steady state by short circuit, bahan isolasi, suhu minyak, tahanan, rugi total*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti yang sudah diketahui, transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Komponen utama transformator terdiri dari kumparan, inti besi dan bahan isolasi yang memisahkan kumparan primer, sekunder dan inti besi. Pada saat transformator dioperasikan terjadi rugi-rugi yang akan menghasilkan panas pada kumparan dan inti besi. Panas yang dihasilkan dapat mengakibatkan penuaan berlebih pada bahan isolasi jika tidak dikendalikan dengan baik. Mengingat sangat besarnya pengaruh panas terhadap kecepatan penuaan bahan isolasi, maka perlu adanya pengujian untuk mengetahui besarnya panas yang timbul pada saat transformator dibebani. Bahan isolasi transformator memiliki kemampuan menahan panas yang terbatas. Selain harus menahan panas bahan isolasi juga harus dapat menahan tegangan pada saat transformator beroperasi. Jika panas yang timbul tidak dikendalikan akan berakibat transformator tidak memiliki *life time* (waktu hidup) yang lama dan pada

akhirnya suplai listrik ke beban juga akan terganggu. Pengujian *temperature rise* transformator akan memberikan gambaran pada saat transformator dioperasikan nanti. Selain itu dari hasil pengujian juga akan didapat keefektifitasan dari transformator yang dibuat. Dari pengujian ini akan didapatkan berapa perkiraan besarnya panas yang terjadi pada kumparan dan isolasi minyak.

1.2 Rumusan Masalah

Hal-hal yang harus diketahui sebelum pengujian dilakukan antara lain:

1. Spesifikasi transformator yang akan diuji;
2. Nilai rugi-rugi dari transformator; dan
3. Kondisi tempat pengujian.

1.3 Batasan Masalah

Sesuai masalah yang ada, dibatasi dan diutamakan pada:

1. Pengujian transformator secara umum;
2. Jenis isolasi transformator secara umum; dan
3. Proses dan analisis pengujian kenaikan suhu (*temperature rise test*).

1.4 Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan dari penelitian ini supaya penulis dapat lebih memahami proses dan analisa pengujian *temperature rise transformer*, mengetahui item-item pengujian transformator, dan mengetahui jenis-jenis isolasi transformator. Dapat memperkirakan besarnya panas yang terjadi pada saat transformator dioperasikan. Dapat digunakan untuk pengembangan desain transformator, sehingga diperoleh transformator yang handal dengan harga yang kompetitif.

1.5 Metode Penelitian

Metode-metode yang dilakukan dalam penulisan laporan ini antara lain pengujian transformator.

II. LANDASAN TEORI

Menurut Abdul Kadir dalam bukunya yang berjudul "*Transformator*", dijelaskan bahwa transformator merupakan suatu alat magnetoelektrik yang sederhana, handal, dan efisien untuk mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat lain. Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis, dan dua buah belitan yaitu belitan primer dan belitan sekunder. Kedua kumparan ini tidak terhubung secara langsung. Satu-satunya hubungan antara kedua belitan adalah *flux magnetic* bersama yang terdapat dalam inti. Salah satu dari kedua belitan transformator tadi dihubungkan ke sumber daya listrik bolak-balik dan belitan kedua (serta ketiga jika ada) akan mensuplai daya ke beban.

Kumparan transformator yang terhubung ke sumber daya dinamakan belitan primer sedangkan yang terhubung ke beban dinamakan belitan sekunder, jika terdapat belitan ketiga dinamakan belitan tersier. Pemakaian transformator pada tenaga listrik adalah yang tidak bisa dihindarkan. Transformator yang sangat sederhana dan handal itu merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik terjadi kerugian sebesar I^2R Watt, kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikkan.

Dengan demikian saluran-saluran tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan

yang tinggi. Tegangan yang paling tinggi di Indonesia pada saat ini adalah 500 kV yaitu sama dengan 500.000 Volt. Hal ini dilakukan terutama untuk mengurangi kerugian energi yang terjadi. Dan menaikkan tegangan listrik di pusat listrik dari tegangan generator yang biasanya berkisar antara 6-20 kV pada awal saluran transmisi, dan menurunkannya pada ujung saluran itu ketegangan yang lebih rendah, dilakukan dengan transformator. Transformator yang dipakai pada jaringan tenaga listrik merupakan transformator tenaga. Disamping itu ada jenis-jenis transformator lain yang banyak dipergunakan, dan yang pada umumnya merupakan transformator yang jauh lebih kecil. Misalnya transformator yang dipakai di rumah tangga, yang dipakai pada lampu TL, pesawat radio, televisi dan berbagai alat elektronika lainnya.

2.1 Isolasi Belitan

Isolasi belitan merupakan tempat terlemah, jika dibandingkan dengan bagian-bagian lainnya. Bahan isolasi akan berubah sifat karena kenaikan temperatur. Maka dengan itu bahan-bahan isolasi yang dipergunakan untuk mengisolasi belitan memenuhi persyaratan:

- a) Kekuatan mekanis yang baik;
- b) Kekuatan dielektris yang tinggi; dan
- c) Tidak larut dalam minyak transformator.

Tabel 2.1. Kelas-kelas isolasi

Table: IEC vs NEMA temperature rise, derajat C			
Klas isolasi	IEC 1.0 s.f	NEMA 1.0 s.f	NEMA 1.15 s.f
A	60	60	70
E	75	-	-
B	80	80	90
F	100	105	115
H	125	125	-

Disamping itu, suhu-suhu lebih itu juga tidak diperbolehkan merusak isolasi ataupun sifat-sifat daripada besi-inti transformator.



Gambar 2.1: Transformator sebelum di masukkan kedalam tanki

2.2 Tangki

Pada umumnya bagian-bagian trafo yang terendam minyak trafo berada (ditempatkan) dalam tangki. Untuk menampung pemuatan minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator.

2.3 Bushing

Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki trafo.

1.4. Minyak

Minyak transformator mempunyai fungsi ganda yaitu sebagai bahan isolasi dan sebagai bahan pendingin transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak akan mengisi ruang antara kumparan primer dan kumparan sekunder, sehingga tidak timbul breakdown antar kumparan tersebut. Sebagai bahan pendingin, minyak dipilih karena minyak dapat mensirkulasikan panas secara baik dari inti kumparan luar. Jadi minyak digunakan untuk merendam kumparan-kumparan dan inti besi transformator. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Kekuatan isolasi tinggi;
- Penyalur panas yang baik, berat jenis yang kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat;
- Viskositas yang rendah agar lebih mudah

bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik;

- Titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan;
- Tidak merusak bahan isolasi padat; dan
- Sifat kimia yang stabil.



Gambar 2.2: Belitan komponen utama transformator didalam tanki dan direndam dalam minyak.

2.5 Sistem Pendingin

Pada inti besi dan belitan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan akan merusak sistem isolasi yang terdapat pada transformator. Sehingga diperlukan suatu sistem pendingin untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut. Media yang digunakan dapat berupa udara/gas, minyak, air dan sebagainya. Sedangkan sirkulasi (pengaliran) dapat berjalan dengan alamiah (natural), atau dengan cara paksaan /tekanan. Pada cara alamiah, pengaliran terjadi sebagai akibat adanya perbedaan suhu media, dan untuk mempercepat perpindahan panas dari media tersebut ke udara luar diperlukan bidang perpindahan panas yang lebih luas antara media dengan cara melengkapi transformator dengan sirip-sirip (*radiator*). Bila di inginkan perpindahan panas yang lebih cepat lagi, cara alamiah tersebut dapat dilengkapi dengan peralatan untuk mempercepat sirkulasi media pendingin dengan pompa-pompa sirkulasi minyak, udara dan air. Transformator berdasarkan cara-cara pendinginannya dapat diklasifikasikan dalam beberapa macam, seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Sistem Pendingin Transformator

No.	MACAM SISTIM PENDINGIN *	MEDIA			
		DIDALAM TRAF0		DILUAR TRAF0	
		Sirkulasi Alamiah	Sirkulasi Paksa	Sirkulasi Alamiah	Sirkulasi Paksa
1.	AN	-	-	Udara	-
2.	AF	-	-	-	Udara
3.	ONAN	Minyak	-	Udara	-
4.	ONAF	Minyak	-	-	Udara
5.	OFAN	-	Minyak	Udara	-
6.	OFAF	-	Minyak	-	Udara
7.	OFWF	-	Minyak	-	Air
8.	ONAN/ONAF	Kombinasi 3 dan 4			
9.	ONAN/OFAN	Kombinasi 3 dan 5			
10.	ONAN/OFAF	Kombinasi 3 dan 6			
11.	ONAN/OFWF	Kombinasi 3 dan 7			

*Menurut IEC tahun 1976.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pemanasan yang terjadi pada sebuah transformator adalah berasal dari rugi-rugi besi dan tembaga. Panas yang menyebabkan pertambahan temperatur transformator, panas ini diteruskan pada minyak yang dibawa ke tangki untuk disebarkan ke udara sekeliling. Kenaikan temperatur akan terus berlanjut jika panas yang diterima tidak sebanding dengan pendinginannya. Minyak transformator didalam bak transformator tidak mempunyai suhu yang sama, akan tetapi di sebelah bawah adalah yang terdingin, sedangkan suhu tertinggi disekitar sisi atas dari kumparan tembaga. Sebuah transformator, setelah dibebani akan mengalami suhu akhirnya, dan suhu itu akan dicapainya setelah beberapa waktu lampau.

Suhu lebih pada lilitan pada umumnya ditentukan dengan pengukuran-pengukuran tahanan, dengan menggunakan rumus yang dipakai IEC 60076 sebagai berikut:

$$T_2 = (R_2 / R_1) \times (225 + T_0) - 225 \quad [^{\circ}\text{C}]$$

(Sumber : IEC 60076-2 1993)

Dimana:

R2 = nilai resistansi belitan pada kondisi panas [Ohm]

R1 = nilai resistansi belitan pada kondisi dingin [Ohm]

T0 = suhu belitan awal (rata-rata suhu sekitar) [^{\circ}\text{C}]

T2 = suhu belitan akhir (panas)

3.1 Objek Pengujian

Objek pengujian yang digunakan dalam percobaan ini adalah transformator, dengan percobaan hubung singkat untuk menguji kedua kumparan pada transformator. Transformator yang diuji dalam percobaan dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Trafo 3 fasa,
- Kapasitas 1000 kVA,
- Rated tegangan 20.000 Volt / 400 Volt,
- Frekuensi 50 Hz,
- Arus Nominal: 28,87 Amp,
- Belitan Teg. Tinggi (HV) = 20 kV ± 2 x 5% ; Teg.Rendah (LV) = 231 / 400 V,
- Hubungan: Dyn 5.

3.2 Peralatan Pengujian

Dalam melakukan pengujian/percobaan ini digunakan peralatan-peralatan yang terseia di Departemen Quality Control PT. TRAF0-INDO PRIMA PERKASA, Tangerang. Peralatan-peralatan tersebut adalah:

1. Trafo IVR 3 fasa; 1500 kVA; 50 Hz; Input 380 V; Output 0 – 750 V;
2. Trafo auxiliary 3 fasa; 2000 kVA; 50 Hz; Input 380 V; Output 1500 V; Dd 0;
3. Digital Power Meter 3 fasa;



Gambar 3.1: Digital Power Meter

4. Temperature Recorder c/w sensor thermocouple;



Gambar 3.2: Digital Temperature Recorder

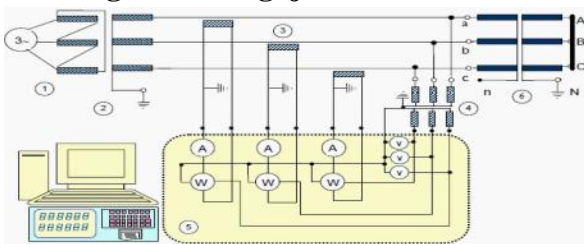
5. Transformer Winding Resistance Meter;



Gambar 3.3: Transformer Winding Resistance

6. Kabel penghubung seperlunya; dan
7. Kopel (plat tembaga).

3.3 Rangkaian Pengujian



Gambar 3.4 Rangkaian Pengujian

Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian *temperature rise* adalah sebagai berikut:

- 1) Rangkaian dibuat seperti gambar.
- 2) Siapkan *recorder temperature* lengkap beserta sensornya. Pasang sensor dengan urutan sebagai berikut :
 - Sensor no. 1 pada *pocket termometer*
 - Sensor no. 2 pada sirip radiator atas
 - Sensor no. 3 pada sirip radiator bawah
 - Sensor no. 4 untuk *ambient temperature* (suhu sekitar) 1
 - Sensor no. 5 untuk *ambient temperature* (suhu sekitar) 2
 - Sensor no. 6 untuk *ambient temperature* (suhu sekitar) 3
- 3) Pengujian beban nol, untuk mengetahui rugi-rugi inti dan tembaga. Dilakukan dengan cara, untuk rugi inti *supply* diberikan 400 V (sesuai name *plate tra-fo*) dari sisi sekunder dan untuk rugi-rugi tembaga *supply* diberikan dari sisi primer 18 kV (sesuai name *plate trafo*). Rugi-rugi yang di dapat, di catat kemudian di kalkulasi ke suhu 75°C
- 4) Ukur tahanan kumparan primer dan sekunder sebelum di bebani.
- 5) Sisi primer atau tegangan rendah dihubung singkat dengan kopel tembaga.
- 6) Tegangan pada sisi primer atau tegangan tinggi di hubungkan, secara perlahan-lahan tegangan di naikkan sampai arus hubung singkat mencapai nominal.
- 7) Suplai rangkaian sampai dengan total rugi-rugi.
- 8) Kondisi langkah 7 di pertahankan sampai suhu trafo jenuh (untuk mengetahui suhu trafo jenuh, kenaikan suhu minyak tidak berubah minimal 1°).
- 9) Setelah transformator jenuh, diturunkan sesuai arus nominalnya (sesuai dengan trafo yang diuji). Dipertahankan selama 1 jam.
- 10) Catat temperatur (suhu) minyak, suhu ruang, suhu dinding radiator.
- 11) Lakukan langkah percobaan 1 - 10 untuk mendapatkan kalibrasi paling akurat. Dalam pengujian ini dilakukan selama 10 jam.
- 12) Suplai, untuk mengukur tahanan primer dan sekunder dengan *Transformer Winding Resistance Meter*

- 13) Catat tahanan primer dan sekunder dengan penurunan waktu setiap ½ menit atau 30 detik.
- 14) Dengan data yang didapat, maka temperatur akhir dari belitan primer dan sekunder transformator akan diperoleh hasil yang diharapkan.



Gambar 3.5. Foto Pengujian Temperature Rise Transformator

3.3 Data Hasil Pengujian

1) Data Pengukuran Kenaikan Panas (Suhu)

Tabel 3.1. Data pengukuran kenaikan suhu

No	Time	Temperature °C										Avg.		Watt Total Losses
		Top			Radiator			Ambient			T rise	Input Voltage	Input Current	
		Oil	Top Cover	Top	Up	Down	t1	t2	t3	avg				
Start	23:00	33,3	31,3	32,1	28,2	28,5	27,5	27,3	27,8	5,53	1018,3	36,47	9976,00	
1	00:00	41,2	39,0	39,8	30,8	28,7	27,6	27,5	27,9	13,27	988,44	35,32	9968,00	
2	01:00	48,5	47,7	46,7	35,4	28,5	27,8	27,6	28,0	20,53	977,54	34,98	9968,00	
3	02:00	52,8	51,0	50,4	37,5	27,5	27,9	27,8	27,7	25,07	977,92	34,76	9968,00	
4	03:00	55,2	53,0	52,8	38,3	27,5	27,9	27,9	27,8	27,43	970,04	34,66	9960,00	
5	04:00	56,5	54,0	53,8	39,6	27,7	27,8	28,0	27,8	28,67	970,00	34,61	9960,00	
6	05:00	57,6	55,0	54,5	40,1	27,3	27,8	27,7	27,6	30,00	968,22	34,57	9960,00	
7	06:00	57,7	55,0	55,0	39,4	26,9	27,5	27,5	27,3	30,40	966,54	34,59	9968,00	
8	07:00	58,0	55,6	55,1	41,0	26,8	27,3	27,5	27,2	30,80	970,74	34,62	10000,00	
9	08:00	58,9	57,4	56,0	42,2	27,3	28,0	28,0	27,8	31,10	971,22	34,56	10000,00	
10	09:00	58,6	57,8	55,9	42,5	27,8	28,6	28,4	28,3	30,33	903,96	32,26	8664,00	

(Sumber: Dokumen PT. TRAFINDO PRIMA PERKASA)

Perhitungan *temperatur ambient* pada transaformator menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Temperatur ambient rata-rata} = (t_1 + t_2 + t_3) / 3,$$

(dimana t₁; t₂; dan t₃ adalah temperature suhu sekitar trafo saat pengujian).

Perhitungan masing-masing kenaikan temperatur minyak (*top oil rise*) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Top oil rise} = \text{Top oil} - \text{Temperatur ambient rata-rata (} ^\circ\text{C)}$$

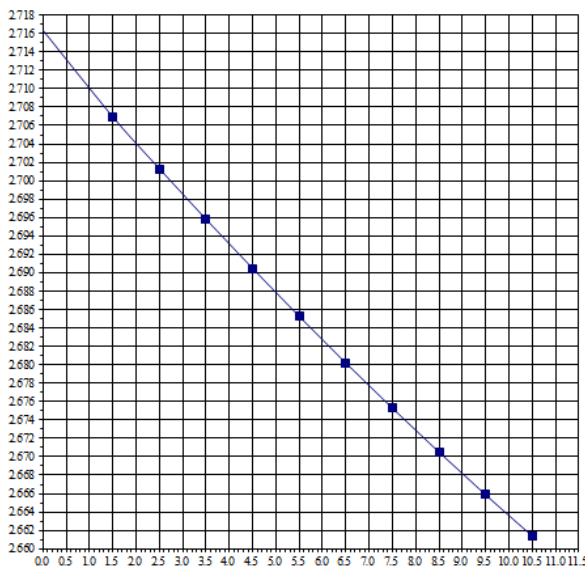
2) Data Pengukuran Tahanan Belitan

Tabel 3.2. Data pengukuran tahanan belitan kondisi panas

Measurements of cold resistance			
Phase of measurement	HV. Winding resistance	Phase of measurement	LV. Winding resistance
IU – 1V	2,3880	2U – 2V	0,001004
Winding Material			Ambient Temp.
AL/AL	225	225	30 ° C (tl)
Measurement of hot resistance			
R2 HV = 2,716 Ohm		Koeffisien	
R2 LV = 0,001 m. Ohm		Koeffisien	
HV WINDING			LV WINDING
MIN	Detik	OHM	MIN Detik mOHM
1	30	2,7070	2 0 0,0011560
2	30	2,7010	3 0 0,0011520
3	30	2,6960	4 0 0,0011490
4	30	2,6910	5 0 0,0011450
5	30	2,6840	6 0 0,0011440
6	30	2,6810	7 0 0,0011390
7	30	2,6760	8 0 0,0011380
8	30	2,6700	9 0 0,0011360
9	30	2,6650	10 0 0,0011330
10	30	2,6620	11 0 0,0011310

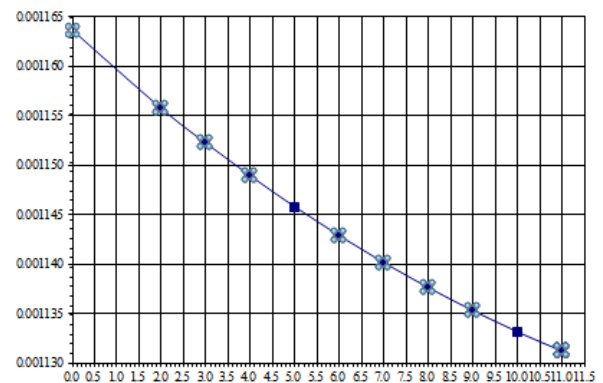
Grafik R (Tahanan) Fungsi Waktu (menit) sisi HV

Gambar 3.6. Grafik fungsi tahanan terhadap waktu sisi tegangan tinggi



3) Grafik R (Tahanan) Fungsi Waktu (menit) sisi LV

Gambar 3.7: Grafik fungsi tahanan terhadap waktu sisi tegangan rendah



3.4 Analisis Data

Perhitungan temperatur akhir pada transaformator menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T_2 = (R_2 / R_1) \times (225 + T_0) - 225 \text{ [} ^\circ\text{C]}$$

Dimana:

R₂ = nilai resistansi belitan pada kondisi panas [Ohm]

R₁ = nilai resistansi belitan pada kondisi dingin [Ohm]

T₀ = suhu belitan awal (rata-rata suhu sekitar) [°C]

T₂ = suhu belitan akhir (panas)

Pada saat sebelum dan sesudah percobaan diperoleh data – data dan khusus untuk R₁ dan R₂ diperoleh dengan ekstrapolasi (terlampir dalam grafik) sebagai berikut:

- Pada saat T₁ = 30 °C nilai tahanan transformator adalah:

R₁ sisi primer = 2,388 Ω

R₁ sisi sekunder = 0,001004 Ω

- Pada saat T = 28,26 °C nilai tahanan transformator adalah :

R₂ sisi primer = 2,7163 Ω

R₂ sisi sekunder = 0,001164 Ω

- Temperatur belitan akhir untuk sisi primer adalah:

$$T_2 = (2,7163 / 2,3880) \times (225 + 30) - 225 = 65,06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Temperatur belitan akhir untuk sisi sekunder adalah:

$$T_2 = (0,001164/0,001004) \times (225+30) - 225 \\ = 70,64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil pengujian kenaikan suhu dari sebuah trafo distribusi dengan spesifikasi:

- a) Trafo 3 fasa,
- b) Kapasitas 1000 kVA,
- c) Rated tegangan 20.000 Volt / 400 Volt,
- d) Frekuensi 50 Hz,
- e) Arus Nominal: 28,87 Amp,
- f) Belitan Teg.Tinggi (HV) = 20 kV \pm 2 x 5%;
Teg.Rendah (LV) = 231 / 400 V,
- g) Hubungan: Dyn 5.

Dengan menggunakan metode "*Test to steady state by short circuit*", maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Suhu belitan sisi primer 65,06 $^\circ\text{C}$.
2. Suhu belitan sisi sekunder 70,64 $^\circ\text{C}$.
3. Suhu minyak rata- rata 31,13 $^\circ\text{C}$.
4. Dengan mengamati hasil percobaan tersebut dengan membandingkan standart IEC 60076 nilai suhu belitan primer dan sekunder melebihi 65 $^\circ\text{C}$, maka transformator yang diuji tidak memenuhi standart.
5. Dalam pengujian *temperature rise*, temperatur ruang dan temperatur pada radiator sangat penting untuk menentukan temperatur akhir pada transformator distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. L.Tobing, Senovandy. 2008. *Penentuan Suhu Akhir Dengan Metode Hubung Singkat*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro. USU: Sumatra Utara.
- IEC 60076, Standard. 2000. *Power Transformer. Part 1.General*. England.
- IEC 60076, Standard. 1993. *Power Transformer. Part 2. Temperature Rise*. England.
- IEC 60076, Standard. 2006. *Power Transformer. Part 13. Self Protected Liquid Filled Transformers*. England.
- IEC 60076, Standard. 2005. *Power Transformer. Part 7. Loading Guide For Oil Immersed Power Transformers*. England.

Kadir, A. 2010. *Transformator*. Jakarta: UI-Press.

Sitanggang, Mancon. 2009. *Studi Perkiraan Umur Transformator Dengan Metode Tingkat Tahunan*. Skripsi: Jurusan Teknik Elektro USU: Sumatra Utara.

SPLN D3.002 - 1, 2007. *Spesifikasi Transformator Distribusi. Bagian 1. Transformator Tiga Fasa*, Jakarta.

SPLN D3.002 - 2, 2008. *Spesifikasi Transformator Distribusi. Bagian 2. Transformator Dengan Pengaman Sendiri*, Jakarta.