

**NASKAH PUBLIKASI  
PENELITIAN BERORIENTASI PRODUK**



**Alat Pendingin Transformator Catu Daya Peralatan Elektronik  
Dengan Media Minyak Goreng Sawit**

Oleh :  
**Ir. Diding Suhardi.,MT**

Dibiayai dari Anggaran Dana Pembinaan Pendidikan (DPP)  
Universitas Muhammadiyah Malang Berdasarkan SK Pembantu Rektor I  
Nomor : E.d/072/BAA-UMM/I/2007.

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
JANUARI 2007**

**HALAMAN PENGESAHAN  
NASKAH PUBLIKASI  
PENELITIAN BERORIENTASI PRODUK**

1. Judul Penelitian : Alat Pendingin Transformator Catu Daya Peralatan Elektronik Dengan Media Minyak Goreng Sawit.
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Ir. Diding Suhardi.,MT
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki.
  - c. N I P : 108.9210.0286
  - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli.
  - e. Jabatan Struktural : Penata Muda Tk.I
  - f. Bidang Keahlian : Teknik Sistem Tenaga.
  - g. Fakultas/ Jurusan : Teknik/ Elektro.
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Malang.
  - i. Tim Peneliti

No	N a m a	Bidang Keahlian	Fakultas/ Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	-	-	-	-

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 4 semester/ 2 tahun.
  - b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 12.000.000,-
  - c. Biaya yang disetujui semester I tahun 2007 : Rp. 3.000.000,-

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

**Ir. Sunarto.,MT**  
NIP : 131.885.458

Malang, 15 Mei 2007

Ketua Peneliti,

**Ir. Diding Suhardi.,MT**  
NIP : 108.9210.0286

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian

**DR. Ir. Wahyu Widodo.,MS**  
NIP : 110.8909.0128

# ALAT PENDINGIN TRANSFORMATOR CATU DAYA PERALATAN ELEKTRONIK DENGAN MEDIA MINYAK GORENG SAWIT

Diding Suhardi \*)

## Abstrak

Transformator pada keadaan tanpa beban dan berbeban akan sama-sama timbul beberapa rugi-rugi, kerugian terbesar terjadi karena rugi-rugi magnetik akibat adanya perubahan fluks dalam edaran magnetik, dan rugi-rugi tembaga akibat adanya aliran arus listrik dalam kumparan. Semakin besar energi listrik yang digunakan maka semakin besar arus yang mengalir, mengakibatkan semakin besar pula energi panas yang dilepaskan akibat rugi-rugi.

Permukaan kumparan dilapisi dengan isolasi agar arus listrik tidak mengalir tembus ke permukaan sekitar. Pemanasan di permukaan kumparan akibat rugi-rugi mengakibatkan terkelupasnya isolasi permukaan kumparan, mengakibatkan hubungan singkat dan gagal transformasi tegangan pada sisi primer atau sisi sekunder.

Pada tahap ini telah dilakukan penelitian tentang cara konveksi panas terbaik dari permukaan kumparan ke sekeliling dengan media konveksi minyak goreng untuk beberapa jenis.

Kesimpulan percobaan memperlihatkan kemampuan minyak goreng sawit mengkonveksi panas transformator dari suhu 85 °C turun menjadi 33 °C pada lama jam operasional yang sama, campuran pelapis mampu melapisi permukaan kawat kumparan transformator, tetapi keberhasilan zat anti korosi belum tampak karena untuk mengetahui memerlukan waktu yang panjang.

Kata kunci : **Transformator, Isolator, Minyak Pendingin.**

## Abstract

In condition transformator no load and on load is same to harm, loss biggest reason magnetic losses result fluks to change in magnetic field, cooper losses result current to flow in coils. Electric energy so much the usege that so much current big to flow, result so much the hot energy to loose result losses.

Coils surface in layers with isolator so that electric current not flow to perforate to surface. Warming in surface coils result losses to result in glazed isolator in coils surface, to result short circuit and not to transformation voltage in primer or seconder transformator.

In step it research manner good hot convected from coils surface to around with cooking oil media convected in severel items.

Result research to visible in sawit cooking oil to convected transformator hot from 85 °C down to 33 °C in long same operation, mixed layer to layered wire coils surface transformator, successful non corotion not to visible because for to know necessary long time.

Key Words : **Transformator, Isolator, Cooling Oil.**

\*) Pengajar pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.

## **I. Pendahuluan**

### **1.1. Latar Belakang**

Pada transformator saat tanpa beban dan berbeban akan sama-sama timbul beberapa rugi-rugi, kerugian terbesar terjadi karena rugi-rugi magnetik karena adanya perubahan fluks dalam edaran magnet, dan rugi-rugi tembaga karena adanya aliran arus listrik dalam kumparan. Semua rugi-rugi tersebut di buang menjadi panas dipermukaan kawat kumparan, semakin besar energi listrik yang digunakan maka semakin besar arus yang mengalir, mengakibatkan semakin besar pula energi panas yang dilepaskan akibat rugi-rugi.

Pada permukaan kumparan dilapisi dengan isolasi agar arus listrik tidak mengalir tembus ke permukaan sekitar, arus listrik harus mengalir dari satu ujung ke ujung yang lain sesuai jumlah kumparan yang telah dihitung agar menghasilkan besar fluks dan magnet yang diinginkan.

Pemanasan di permukaan kumparan akibat rugi-rugi akan mengakibatkan terkelupasnya isolasi permukaan kumparan, mengakibatkan hubung singkat sehingga tidak tercapai besarnya fluks dan magnet yang diinginkan, dan gagalnya transformasi tegangan pada sisi primer atau sisi sekunder.

Menurut beberapa literatur, penelitian sebelumnya dan hipotesa, ada dua keuntungan utama penggunaan minyak pada transformator, pertama berfungsi sebagai media pendinginan konveksi, kedua berfungsi sebagai isolasi cair antar kumparan.

Besarnya kenaikan temperatur tidak semata-mata tergantung dari berapa besar daya masuk, tetapi juga dari proses pendinginan. Sehingga untuk mencegah kenaikan temperatur yang berlebihan, maka panas yang ditimbulkan oleh rugi-rugi ini harus disalurkan dengan baik ke sekeliling.

Kerusakan isolasi kumparan pada transformator akan mengakibatkan arus bocor antar tiap kumparan terdekat, sampai kejadian yang berbahaya yaitu hubung singkat atau sampai terjadi terbakar total.

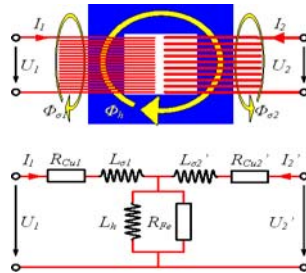
Pendinginan dapat terjadi karena proses radiasi dan konveksi yang disebut terakhir ini mempunyai peran lebih penting. Konveksi dapat terjadi secara alamiah (karena naiknya suhu udara di sekitar bagian kumparan, kemudian secara alamiah digantikan dengan udara dingin yang mengalir dari tempat lain), akan lebih baik prosesnya apabila dilakukan proses konveksi yang dipaksakan, dengan hembusan udara atau lebih baik lagi dengan aliran zat cair. Karena zat cair dapat masuk dan melakukan kontak langsung dengan permukaan kumparan, sehingga terjadi pertukaran panas dan dingin lebih banyak, akibatnya suhu kumparan akan cepat turun, sehingga kerusakan isolasi yang melapisi kumparan transformator dapat dihindari.

Pada tahap ini akan dilakukan penelitian tentang cara konveksi panas terbaik dari permukaan kumparan ke sekeliling dengan media konveksi minyak sawit untuk beberapa jenis, sehingga suhu permukaan kumparan turun dan terhindar dari terkelupasnya isolasi permukaan akibat panas yang berlebihan.

### **1.2. Permasalahan**

Transformator tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan). Dalam operasi umumnya, transformator-transformator tenaga dihubungkan ke pada titik netralnya sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan/proteksi, sebagai contoh transformator 110/ 220 Volt dihubungkan secara langsung di sisi primer, dan transformator 24-18-12-6-3 Volt dihubungkan ke sisi sekunder. Transformator yang telah diproduksi terlebih dahulu

melalui pengujian sesuai standar yang telah ditetapkan, sebelum akhirnya dijual pada konsumen.



**Gambar 1. Gandengan Magnet Primer dan Sekunder**

Transformator tenaga dengan daya besar ( diatas 10 Amper) dapat di klasifikasikan menurut :

• **Pasangan :**

- Pasangan dalam tabung dalam ruangan.
- Pasangan dalam tabung luar ruangan.
- Pasangan luar tabung dalam ruangan.

• **Pendinginan :**

Menurut beberapa cara pendinginan, maka dapat dilakukan beberapa cara berikut ini untuk menghasilkan kondisi terbaik saat percobaan dan hasilnya dapat diuji cobakan secara langsung, dibedakan sebagai berikut :

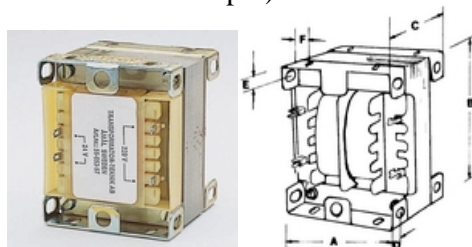
- Pendinginan dengan udara kering terbuka.
- Pendinginan dengan udara kering paksa.
- Pendinginan dengan radiator air bersirkulasi.
- Pendinginan dengan radiator gas bersirkulasi.
- Pendinginan dengan radiator minyak bersirkulasi.
- Pendinginan dengan minyak langsung rendam.

• **Fungsi atau pemakaian :**

- Transformator Mesin (Mesin-mesin Industri).
- Transformator Gardu Induk.
- Transformator Distribusi.
- Transformator Power Suplay (Catu Daya).
- Transformator Telekomunikasi.

Untuk mempermudah pengawasan dalam operasi transformator dapat dibagi menjadi :

- Transformator besar ( arus diatas 500 amper).
- Transformator sedang ( >10 amper < 500 A).
- Transformator kecil ( arus dibawah 10 amper)



**Gambar 2. Inti Besi dan Transformator**

**1.3. Tujuan**

Untuk memperkecil beberapa rugi-rugi, maka penelitian di lakukan untuk memperoleh beberapa cara :

1. Bagaimana mempercepat proses pendinginan kumparan.
  2. Menyebarkan panas secara konveksi ke lingkungan sekitar.
  3. Membuat media pendingin yang dapat membantu melepaskan panas.
  4. Membuat zat yang dapat menambah lapisan permukaan kumparan.
  5. Memberi zat tambahan untuk menghindari korosi pada permukaan kumparan.
- Sehingga mengurangi bahaya terkelupasnya isolasi kumparan transformator.

**Tabel 1. Pendinginan Transformator**

<b>Sistem Pendinginan</b>	<b>Media</b>	<b>Cara Kerja</b>
Alamiah (Luar)	• Udara	• Sirip-sirip pada tabung transformator di hembus udara.
Alamiah Mengalir (Dalam)	• Udara/ Gas • Minyak	• Udara/ Gas (didinginkan) dipompa bersirkulasi dalam tabung trafo. • Minyak (didinginkan) dipompa bersirkulasi dalam tabung trafo.
Tekanan Alir (Luar)	• Udara (Fan)	• Sirip-sirip pada tabung dilengkapi dengan kipas penghembus udara kecepatan tinggi.
Tekanan Alir (Dalam)	• Gas (Pump) • Minyak (Pump)	• Udara/ Gas (didinginkan) dipompa dgn kecept. tinggi bersirkulasi dalam tabung trafo • Minyak (didinginkan) dipompa dgn kecept. tinggi bersirkulasi dalam tabung trafo.

## **II. Metoda Penelitian**

### **2.1. Pada tahap awal**

Pada tahap awal dilakukan beberapa persiapan bahan-bahan dan alat-alat yang mendukung percobaan ini, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penelitian diawali dengan membaca beberapa literatur, jurnal dan proseding terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini.
2. Membeli beberapa komponen percobaan antara lain transformator sesuai spesifikasi, beberapa merk minyak sawit, beberapa alat ukur suhu, bejana-bejana, kabel-kabel, lampu beban dan lain-lain.
3. Membeli beberapa bahan kimia antar lain, kristal tawas, minyak diala , minyak damar, lem besi dan lain-lain.
4. Menentukan langkah-langkah pengujian sesuai hipotesa yang didapat dari literatur dan proseding terdahulu.
5. Merangkai peralatan dan komponen pengujian sesuai literatur dan melakukan pengujian sesuai hipotesa.
6. Melakukan pengambilan data pengujian sesuai rencana dan tahapan pengujian.
7. Melakukan pencatataan hasil-hasil pengujian sesuai rencana.
8. Melakukan pengolahan hasil-hasil pengujian.
9. Permasalahan yang ada di identifikasi dan dijelaskan, untuk kemudian ditulis pada bab-bab laporan.

### **2.2. Pada tahap pengujian**

Pada penelitian ini dicari tentang bagaimana cara terbaik menyebarkan panas yang di timbulkan transformator secara konveksi ke segala arah, sehingga mengurangi

bahaya panas pada permukaan kumparan yang dapat mengakibatkan terkelupasnya isolasi permukaan transformator, dengan beberapa parameter diantaranya :



**Gambar 3. Alat-alat Yang Diperlukan**

### **1. Jenis minyak dan kadar air**

Minyak yang akan digunakan sebagai pendingin harus tanpa air (kadar air 0 %) hal ini dilakukan untuk menghindari bahaya hubung singkat pada permukaan kumparan dan untuk menghindari korosi.

Cara yang dilakukan dengan memanaskan minyak pada suhu sekitar  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (agar minyak tidak rusak) selama sekitar 30 menit. Dengan cara ini diharapkan minyak tidak mengalami kerusakan fisik dan kadar air dapat diturunkan atau dihilangkan menjadi 0 %.

### **2. Daya transformator dan cara pembebanan**

Untuk mengetahui kondisi transformator setelah ditambahkan minyak pendingin maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

Transformator diberi sumber dan dinyalakan selama sekitar 3 jam tetapi tanpa diberi beban, dengan cara ini diharapkan akan diketahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu minyak menjadi  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Transformator diberi sumber dan dinyalakan selama sekitar 3 jam tetapi diberi beban sebesar 60 watt (setengah daya transformator), dengan cara ini diharapkan akan diketahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu minyak menjadi  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Transformator diberi sumber dan dinyalakan selama sekitar 3 jam tetapi diberi beban sebesar 120 watt (daya transformator penuh), dengan cara ini diharapkan akan diketahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu minyak menjadi  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Gambar 4. Pengukuran Arus dan Tegangan**

### 3. Perhitungan beban dan panas

Untuk mengetahui perubahan panas pada tiap perubahan beban, dan mengetahui kondisi perubahan warna minyak akibat pemanasan, maka dilakukan cara sebagai berikut :

Dengan tanpa beban, dinyalakan selama sekitar 3 jam, kemudian diukur perubahan suhu minyak setiap 15 menit sekali.

Dengan beban 60 watt (setengah beban transformator), dinyalakan selama sekitar 3 jam, kemudian diukur perubahan suhu minyak setiap 15 menit sekali.

Dengan tanpa beban, dinyalakan selama sekitar 3 jam, kemudian diukur perubahan suhu minyak setiap 15 menit sekali.

### 4. Pengujian panas

Untuk mengetahui perubahan suhu secara teliti maka dilakukan cara pengukuran di 4 titik ( 4 thermometer gelas analog ) di sekitar transformator pada jarak dekat (menempel) pada kumparan transformator dalam minyak.

### 5. Perhitungan volume minyak pendingin

Pada pengujian pertama pada kondisi tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, transformator direndam minyak dengan volume 500 ml, kemudian diukur perubahan suhu setiap 15 menit selama 3 jam.

Pada pengujian pertama pada kondisi tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, transformator direndam minyak dengan volume 1.000 ml, kemudian diukur perubahan suhu setiap 15 menit selama 3 jam.

Pada pengujian pertama pada kondisi tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, transformator direndam minyak dengan volume 1.500 ml, kemudian diukur perubahan suhu setiap 15 menit selama 3 jam.

### 6. Uji penambahan zat pelapis permukaan kumparan anti korosi

Pada semua kondisi percobaan diatas, ditambahkan minyak damar sekitar 50 ml kemudian diaduk dengan minyak pendingin dan kristal tawas sekitar 10 gram, lalu dimasukkan kembali pada tabung transformator, dilihat perubahannya selama 1 jam pertama penyalaan.

Setelahnya akan terlihat minyak damar akan melapisi bagian-bagian yang memanans (suhu naik) dan minyak pendingin akan jernih kembali.

## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Hasil pengujian

Sebagai bahan perbandingan, berikut ini dilakukan pengujian pada kondisi transformator tidak diberi atau tidak direndam dalam minyak pendingin, dengan harapan agar terlihat perbedaan antara suhu transformator pada kondisi tanpa pendinginan (dalam udara) dengan menggunakan pendinginan (dalam minyak).

**Tabel 2. Tanpa Minyak Pendingin**

No	Waktu (menit)	Tanpa Beban (Suhu °C)	Setengah Beban (Suhu °C)	Beban Penuh (Suhu °C)
1	15	26	27	29
2	30	28	30	34
3	45	29	34	39
4	60	31	37	43
5	75	34	41	48
6	90	36	43	53
7	105	39	47	57



8	120	43	50	63
9	135	47	54	68
10	150	52	59	74
11	165	57	64	79
12	180	63	69	85

Sumber : Percobaan.

### 1. Jenis minyak dan kadar air

Untuk mengurangi kadar air pada minyak sawit dilakukan perlakuan pemanasan sekitar 50 °C selama 30 menit, seperti pada tabel 3.

**Tabel 3. Mengurangi Kadar Air**

Minyak	Menit	Perubahan Warna	Perubahan Bau
Sawit	5	Tidak berubah	Tidak berubah
Sawit	10	Tidak berubah	Tidak berubah
Sawit	15	Tidak berubah	Tidak berubah
Sawit	20	Tidak berubah	Tidak berubah
Sawit	25	Tidak berubah	Tidak berubah
Sawit	30	Tidak berubah	Tidak berubah

Sumber : Percobaan. berdasarkan jurnal :

### 2. Daya transformator dan cara pembebanan

Untuk mengetahui kondisi transformator setelah ditambahkan minyak pendingin maka dilakukan pengujian selama 3 jam, seperti pada tabel 4.

**Tabel 4. Pembebanan dan Lama Waktu**

Waktu (menit)	Tanpa Beban (Suhu °C)	Setengah Beban (Suhu °C)	Beban Penuh (Suhu °C)	Warna Minyak
15	25	25	25	Tetap
30	25	25	26	Tetap
45	25	26	26	Tetap
60	26	26	27	Tetap
75	26	27	27	Tetap
90	26	27	28	Tetap
105	26	27	28	Tetap
120	27	28	29	Tetap
135	27	28	30	Tetap
150	27	28	31	Tetap
165	27	29	32	Tetap
180	28	29	33	Tetap

Sumber : Percobaan.

### 3. Pengujian panas

Untuk mengetahui perubahan suhu secara teliti maka dilakukan cara pengukuran di 4 titik ( 4 thermometer gelas analog ) di sekitar transformator pada jarak dekat (menempel) pada kumparan transformator ketika dalam minyak, pada beban penuh 120 watt.

**Tabel 5. Suhu Pada 4 Titik Tengah Transformator**

Waktu (menit)	Tengah Kiri (suhu °C)	Tengah Kanan (suhu °C)	Tengah Depan (suhu °C)	Tengah Belakang (suhu °C)
15	25	25	25	25
30	26	26	25	25

45	26	26	25	25
60	27	27	26	26
75	27	27	26	26
90	28	28	27	27
105	28	28	27	27
120	29	29	28	28
135	30	30	29	29
150	31	31	30	30
165	32	32	31	31
180	33	33	32	32

Sumber : Percobaan.

#### 4. Perhitungan volume minyak pendingin

Pada pengujian pertama pada kondisi tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, transformator direndam minyak dengan volume 500 ml, kemudian diukur perubahan suhu setiap 15 menit selama 3 jam.

**Tabel 6. Volume Minyak 500 ml**

Waktu (menit)	Tanpa Beban (Suhu °C)	Setengah Beban (Suhu °C)	Beban Penuh (Suhu °C)
15	25	25	25
30	25	25	26
45	25	26	26
60	26	26	27
75	26	27	27
90	26	27	28
105	26	27	28
120	27	28	29
135	27	28	30
150	27	28	31
165	27	29	32
180	28	29	33

Sumber : Percobaan.

Pada pengujian pertama pada kondisi tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, transformator direndam minyak dengan volume 1.000 ml, kemudian diukur perubahan suhu setiap 15 menit selama 3 jam.

**Tabel 7. Volume Minyak 1.000 ml**

Waktu (menit)	Tanpa Beban (Suhu °C)	Setengah Beban (Suhu °C)	Beban Penuh (Suhu °C)
15	25	25	25
30	25	25	25
45	25	25	25
60	25	25	26
75	25	25	26
90	25	26	26
105	26	26	27
120	26	26	27
135	26	26	27
150	26	27	28

165	27	27	28
180	27	27	29

Sumber : Percobaan.

Pada pengujian pertama pada kondisi tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, transformator direndam minyak dengan volume 1.500 ml, kemudian diukur perubahan suhu setiap 15 menit selama 3 jam.

**Tabel 8. Volume Minyak 1.500 ml**

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Tanpa Beban (Suhu °C)</b>	<b>Setengah Beban (Suhu °C)</b>	<b>Beban Penuh (Suhu °C)</b>
15	25	25	25
30	25	25	25
45	25	25	25
60	25	25	25
75	25	25	25
90	25	25	26
105	25	25	26
120	25	26	26
135	26	26	27
150	26	26	27
165	26	26	27
180	26	27	28

Sumber : Percobaan.

### **3.2. Pembahasan**

#### **Tanpa minyak pendingin**

Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa pada beban penuh, transformator melepaskan panas cukup tinggi, karena tanpa dibantu minyak pendingin maka suhu transformator semakin naik tinggi dan lambat untuk membunag panas ke udara sekitar.

#### **Mengurangi kadar air**

Untuk menghindari bahaya hubung singkat akibat minyak pendingin yang mengandung butiran air, maka dilakukan pemanasan minyak sawit sekitar 50 °C selama 30 menit, setelah didapatkan kemudian diuji cobakan pada transformator, kemudian diukur maka tidak terdapat kebocoran tegangan saat dibebani penuh.

Hal ini menunjukkan tidak adanya butiran air yang memungkinkan terjadinya tegangan tembus di minyak pendingin.

#### **Beban penuh**

Pada saat di opsikan tanpa beban, setengah beban dan beban penuh, maka tidak terdapat perubahan warna dan bau pada minyak pendingin, hal ini menandakan bahwa minyak masih mampu melakukan proses pendinginan lebih lanjut pada suhu lebih tinggi lagi (lebih 35 °C) dan waktu yang lebih lama (lebih 3 jam).

#### **Perbedaan suhu di 4 titik tengah**

Setelah diamati dengan cermat hal ini terjadi karena proses konveksi yang tidak merata pada bagian samping volumenya lebih sedikit (sempit) dibandingkan dengan volume bagian depan lebih besar (luas), hal ini mengakibatkan adanya selisih suhu antara sisi kiri-kanan dengan sisi depan-belakang. Pada sisi kiri-kanan konveksi panas lambat (karena sempit) dibandingkan sisi depan-belakang konveksi panas lebih cepat (karena luas).

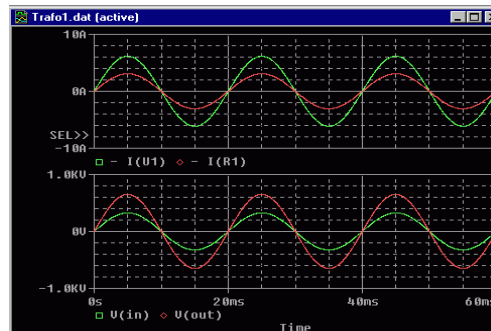
## Volume minyak pendingin

Dari percobaan suhu di 4 titik tengah dan percobaan dengan 3 model volume minyak yang berbeda menunjukkan bahwa :

Luasan permukaan sangat membantu kecepatan koveksi panas, semakin luas permukaan maka konveksi panas juga semakin cepat terjadi.

Volume minyak sangat mempengaruhi lama atau cepatnya kenaikan suhu transformator, karena semakin besar volume minyak maka semakin banyak energi panas yang harus digunakan untuk menaikkan suhu, dan hal ini memerlukan waktu yang lebih lama.

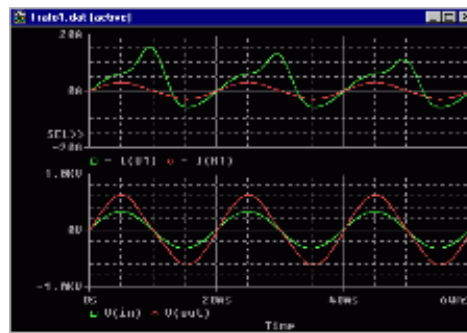
Sehingga semakin besar volume maka semakain lama suhu minyak naik.



Gambar 5. Tegangan Input dan Output Tanpa Beban

## Tambahan zat pelapis

Perlakuan ini untuk sementara hanya sebatas pengamatan, mengenai kebenaran naiknya kemampuan dengan penambahan lapisan permukaan kumparan, hal ini masih harus diuji dengan alat uji isolasi kumparan.



Gambar 6. Tegangan Input dan Output Berbeban Penuh

## IV. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Kesimpulan

1. Penggunaan minyak pendingin sangat diperlukan karena pada beban penuh, transformator melepaskan panas cukup tinggi, karena tanpa dibantu minyak pendingin maka suhu transformator semakin naik tinggi dan lambat untuk membunag panas ke udara sekitar secara konveksi.
2. Untuk menghindari bahaya hubung singkat akibat minyak pendingin yang mengandung butiran air, maka dilakukan pemanasan minyak sawit sekitar 50 °C selama

30 menit, setelah didapatkan kemudian diuji cobakan pada transformator, kemudian diukur maka tidak terdapat kebocoran tegangan saat dibebani penuh.

3. Setelah diamati dengan cermat hal ini terjadi karena proses konveksi yang tidak merata pada bagian samping volumenya lebih sedikit (sempit) dibandingkan dengan volume bagian depan lebih besar (luas), hal ini mengakibatkan adanya selisih suhu antara sisi kiri-kanan dengan sisi depan-belakang. Pada sisi kiri-kanan konveksi panas lambat (karena sempit) dibandingkan sisi depan-belakang konveksi panas lebih cepat (karena luas).

4. Dari percobaan suhu di 4 titik tengah dan percobaan dengan 3 model volume minyak yang berbeda menunjukkan bahwa :

Luasan permukaan sangat membantu kecepatan konveksi panas, semakin luas permukaan maka konveksi panas juga semakin cepat terjadi.

Volume minyak sangat mempengaruhi lama atau cepatnya kenaikan suhu transformator, karena semakin besar volume minyak maka semakin banyak energi panas yang harus digunakan untuk menaikkan suhu, dan hal ini memerlukan waktu yang lebih lama.

Sehingga semakin besar volume maka semakin lama suhu minyak naik.

#### **4.2. Saran**

1. Hasil pengujian kualitas minyak transformator tidak lepas dari sifat sifat listrik yang dimilikinya yaitu : permitivitas, resistivitas, faktor disipasi daya dan kekuatan dielektrik, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang mengukur tiga hal ini.

2. Pengujian minyak transformator sebaiknya dilakukan dengan menggunakan berbagai macam elektroda untuk mengetahui lebih rinci tentang kegagalan minyak transformator dalam kondisi tertekan, medan seragam maupun tak seragam.

3. Kelayakan operasi dari suatu transformator daya dapat ditetapkan setelah melalui tahapan-tahapan pengujian berdasarkan standar yang berlaku.

4. Ketelitian dari proses pengujian transformator daya sangat dipengaruhi oleh temperatur ruang serta ketepatan waktu pelaksanaannya.

5. Keandalan transformator selama masa operasi, sangat ditentukan oleh cara pemeliharannya, sehingga

jadwal waktu pemeliharaan perlu dibuat.

#### **I. Ucapan Terima Kasih**

Pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Drs. Muhadjir Effendy, MAP, sebagai Rektor yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian ini.

2. Bapak DR. Ir. Wahyu Widodo, MS, sebagai Kepala Pusat Penelitian yang telah memberi ijin kepada kami untuk melakukan penelitian ini.

3. Ibu Ir. Lailis Syafa'ah, MT dan Drs. M. Jufri.,ST.,MT sebagai Reviewer yang banyak memberikan masukan untuk perbaikan penelitian ini.

4. Teman-teman di Jurusan Teknik Elektro yang banyak membantu peneliti.

5. Adik-adik Asisten Laboratorium T. Elektro, yang banyak membantu peneliti.

## II. Daftar Pustaka

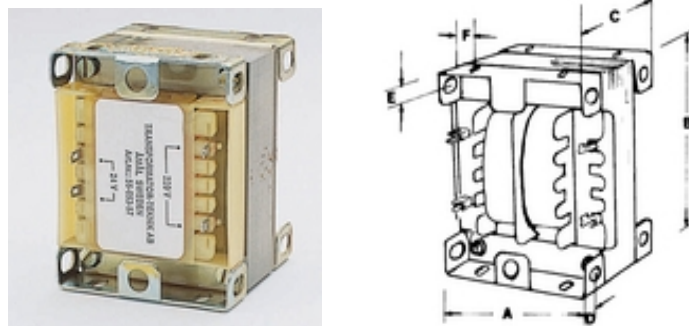
1. Arthur Beiser, The Houw Liong, Ph.D. 1983. "*Konsep Fisika Modern*". Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta.
2. A.Arismunandar & S. Kuwahara. 2004. "*Teknik Tenaga Listrik*". Pradnya Paramita, Jakarta 2004.
3. Doll James W. 1999. "*Operational of Transformator Oils*". IEEE Trans. On Power App Sys. Vol 3 no.6. p. 73 –80.
4. Danikas M.G. 1990 "*Breakdown of Transformer Oil*", IEEE Electrical Insulation Magazines Vol.6 No.5, September/October 1990.
5. Edminister Joseph A . 1990 "*Elektromagnetika-Schaum Series*"; Erlangga Jakarta.
6. Elandbird. F et al. 2002. " *Maintenance to Transformator : Coil and Kern* "; IEEE Trans. On Power App. Syst.Vol. PAS-91 No.1 p.9-19.
7. Kawaguchi, Y, et. Al. 1999. "*Breakdown of Transformer Oil*"; IEEE Trans. On Power App. Syst.Vol. PAS-91 No.1 p.9-19.
8. Kind Deter. 1995 " *High Voltage Insulation Technology*". Firedr. Vieweg & Sohn.
9. Muslimin Marappung, Ir. Lee Cherff Cisca, Ir. 1993. "*Rangkaian listrik*". Armico Bandung.
10. Multimedia Gramedia Group PT. 2000"*Informasi Praktis Elektronika*". Paket 1, no. 12. Jakarta 2000.
11. R.K. Smith et al. 2001. " *Cooling for Small Power Transformator* "; IEEE Trans. On Power App. Syst.Vol. 2. no.3. p.39-46.
12. Tung F. Sen et al. 2002. " *Power Transformator Oils : In Industrial Power* "; IEEE Trans. On Power App. Syst.Vol. 4. No.1 p.55-63.
13. Tareev, B.M..1995. " *Material for Electrical Engineering*". High School Publishing House Moscow.
14. Wasito, S. 1982. "*Sirkit Arus Searah*". Cetakan ke-7. Karya Utama. Jakarta.
15. Zuhail. 1999."*Pengantar Teknik Tenaga Listrik*". Penerbit ITB. Edisi-2 cetakan-1 Bandung

### III. Lampiran

#### PEMANFAATAN MINYAK SAWIT LOKAL SEBAGAI MEDIA PENDINGIN PADA TRANSFORMATOR CATU DAYA



**Gambar 1.**  
**Transformator 10 Amper 12 Volt (Yang Akan Diuji) dan Penyearah**



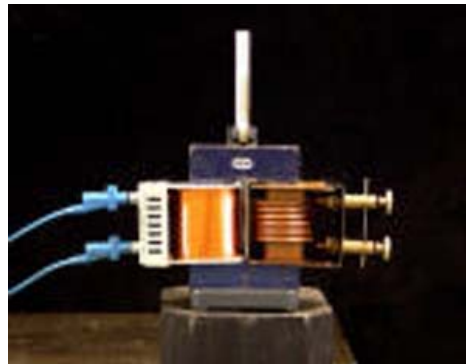
**Gambar 2.**  
**Transformator dan Inti**



**Gambar 3.**  
**Perlengkapan Yang Diperlukan Untuk Uji Transformator**



**Gambar 4.**  
**Alat-alat Yang Diperlukan Untuk Membuat Rangkaian Pengujian**

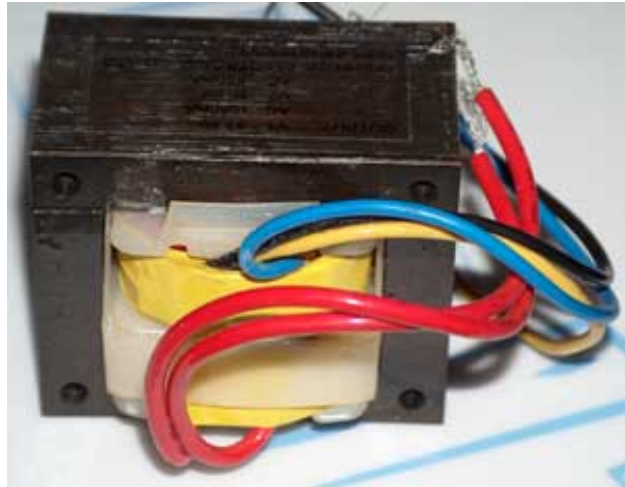


**Gambar 5.**  
**Pengujian Transformator Tanpa Beban**



**Gambar 6.**  
**Pengujian Tahanan Isolasi Kumparan Primer**

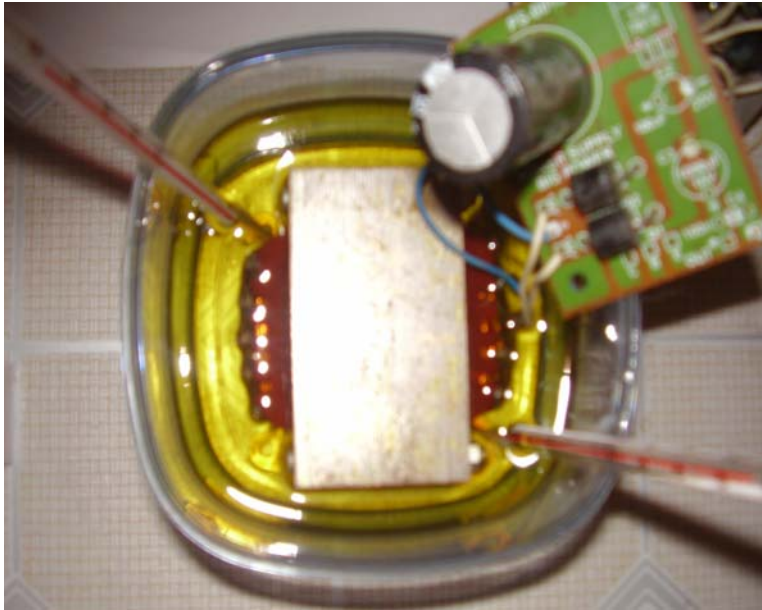




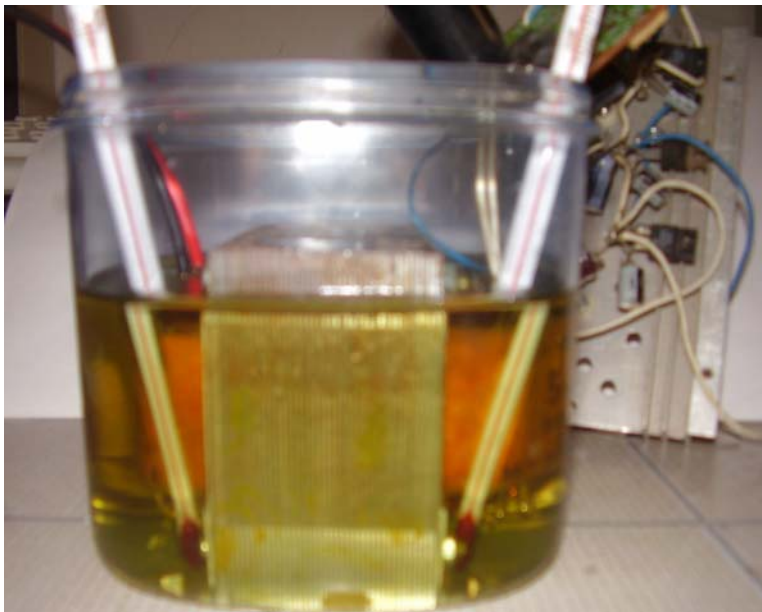
**Gambar 7.**  
**Transformator Telah Diuji Dalam Minyak Goreng**



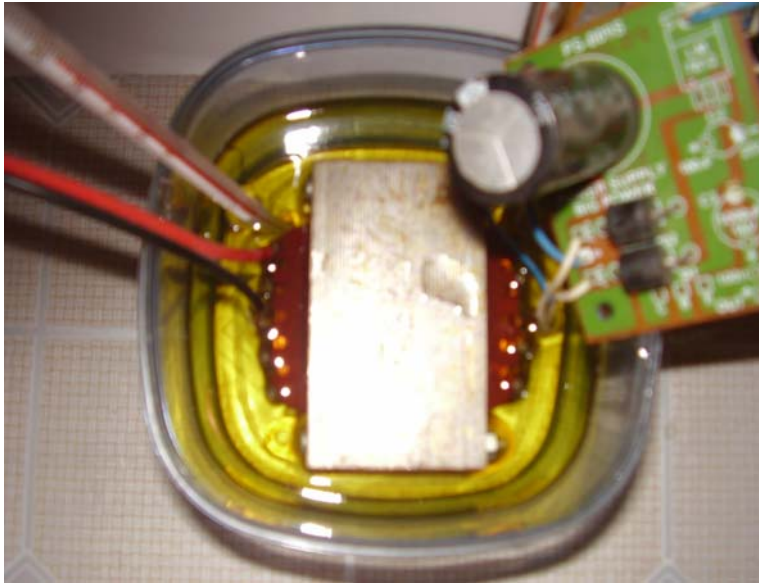
**Gambar 8.**  
**Transformator di Rendam Pada Minyak Pendingin.**



**Gambar 9.**  
**Pengukuran Suhu Tanpa Beban**



**Gambar 10.**  
**Pengukuran Suhu Berbeban.**



**Gambar 11.**  
**Pengukuran Suhu Berbeban.**