



**UJI TEGANGAN TEMBUS MINYAK JARAK SEBELUM DAN  
SESUDAH PROSES DESTILASI SEBAGAI ALTERNATIF  
ISOLASI CAIR PADA TRANSFORMATOR DAYA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Muhammad Nur Firdaus  
NIM 071910201050**

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



**UJI TEGANGAN TEMBUS MINYAK JARAK SEBELUM DAN  
SESUDAH PROSES DESTILASI SEBAGAI ALTERNATIF  
ISOLASI CAIR PADA TRANSFORMATOR DAYA**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Muhammad Nur Firdaus  
NIM 071910201050**

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

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Setelah melewati perjalanan panjang dan atas izin-Nya akhirnya dapat kuselesaikan skripsi ini. Sebagai rasa hormat dan terima kasih, kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tuaku, terimakasih atas segala doa serta dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah dalam menyelesaikan studiku;
2. Kedua kakakku yang telah memberi semangat dan dukungan baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan studiku;
3. Sahabat-sahabatku arek LODOYO, Andik, Dedy, Alvian, dan Zacky yang selalu memberi keceriaan dalam kesedihanku, dan selalu berbagi kebahagiaan bersama. Tak lupa teman-teman “TETRO ‘07” terima kasih atas suka cita yang kalian berikan selama aku kuliah di Jember. Semoga kita dapat terus menjaga ikatan almamater ini;
4. Teman-teman kos “KUSUMA GARDEN” aku akan sangat merindukan kalian suatu saat nanti;
5. Laptopku COMPAQ 515, motor kesayanganku Blitz W 4212 G yang selalu mengantarku saat menyelesaikan skripsi;
6. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan penuh kesabaran;
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

“Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”.

(QS. Al-Insyirah: 7-8)

Allah SWT mencela sikap lemah dan tidak bersungguh-sungguh. Kamu harus memiliki sikap cerdas dan cekatan, namun jika kamu tetap terkalahkan oleh suatu perkara, maka kamu berucap ‘cukuplah Allah menjadi penolongku, dan Allah sebaik-baik pelindung.

(HR. Abu Dawud)

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Muhammad Nur Firdaus

NIM : 071910201050

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “*Uji Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum dan Sesudah Proses Destilasi Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya*” 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, 11 Juni 2012

Yang menyatakan,

Muhammad Nur Firdaus

NIM 071910201050

**SKRIPSI**

**UJI TEGANGAN TEMBUS MINYAK JARAK SEBELUM DAN SESUDAH  
PROSES DESTILASI SEBAGAI ALTERNATIF ISOLASI CAIR PADA  
TRANSFORMATOR DAYA**

Oleh

Muhammad Nur Firdaus  
NIM 071910201050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dedy Kurnia Setiawan, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. I Made Yulistiya Negara, ST,Msc.

## PENGESAHAN

Karya ilmiah Skripsi yang berjudul “*Uji Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum Dan Sesudah Proses Destilasi Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya*”, telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 19 Juni 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.  
NIP. 19800610 200501 1 003

Dr. I Made Yulistiya Negara, ST,Msc  
NIP.19700712 199802 1 001

Penguji:

Anggota I,

Anggota II,

H. Samsul Bachri, M,ST.,M.MT.  
NIP. 19640317 199802 1 001

Suprihadi Prasetyono,S.T.,M.T.  
NIP. 19700404 199601 1 001

Mengesahkan:

Dekan Fakultas Teknik,

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

## RINGKASAN

**Uji Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum Dan Sesudah Proses Destilasi Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya;** Muhammad Nur Firdaus, 071910201050; 2012: 43 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Isolasi cair merupakan bagian penting dalam peralatan sistem tenaga khususnya pada transformator, circuit breaker dan kapasitor karena berpengaruh pada kinerja peralatan tersebut. Isolasi cair yang biasa digunakan adalah isolasi yang terbuat dari oli tanah minyak bumi, seperti Shell Diala, Gulf, Nynas dan lain-lain. Tetapi sebagai mana kita tahu, bahwa minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, maka penggunaan bahan isolasi cair yang berasal dari minyak bumi, dapat menghabiskan persediaan minyak bumi di dunia. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka dilakukan observasi alternatif sebagai pengganti minyak transformator yaitu yaitu pemanfaatan dari minyak nabati. Salah satu minyak nabati yang bisa dimanfaatkan adalah minyak yang berasal dari buah dari biji pohon jarak (*Castor Oil*).

Sebelum melakukan pengujian tegangan tembus, pada minyak jarak dilakukan terlebih dahulu proses destilasi dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik minyak pada saat pengujian tegangan tembus, proses destilasi minyak jarak dilakukan dengan menggunakan metode destilasi vakum yaitu pengurangan tekanan dalam labu destilasi. Hal tersebut dikarenakan minyak jarak memiliki titik didih yang tinggi yaitu 313 °C.

Pengujian tegangan tembus pada minyak jarak sebelum dan sesudah proses destilasi mengacu pada standar pengujian minyak isolasi minyak yaitu, standar uji IEC (*International Electrical Council*) 156. Minyak yang akan diuji ditempatkan pada suatu kotak uji dengan elektroda bola-bola dengan lebar sela 2,5 mm. Yang kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi bolak-balik (AC) dengan frekuensi 50 Hz dan tegangan dinaikkan dengan laju 2 kV/s hingga terjadi tembus. Sesaat ketika terjadi tembus pada minyak yang diuji, rangkaian harus segera diputuskan melalui saklar pemutus dan besar tegangan yang terbaca sesaat ketika terjadi tembus adalah nilai tegangan tembusnya. Pengambilan data dilakukan sebanyak enam kali dan kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Pada pengujian tegangan tembus sampel yang digunakan yaitu minyak jarak sebelum proses destilasi, sesudah proses destilasi dan minyak transformator jenis *Power Oil TO-20 IEC 296* digunakan sebagai pembanding. berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa, semakin tinggi suhu minyak maka nilai tegangan tembus akan semakin turun. Nilai tegangan tembus paling rendah terjadi pada suhu 70 C sebelum proses destilasi yaitu 10,2 kV dan nilai tegangan tembus paling besar yaitu 30,8 kV pada suhu 30 C setelah proses destilasi. Sedangkan untuk minyak transformator seiring dengan kenaikan suhu maka nilai tegangan tembus juga semakin naik.

*Uji Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum Dan Sesudah Proses Destilasi Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya*

**Muhammad Nur Firdaus**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai pengujian tegangan tembus terhadap minyak jarak (*Jatropha Curcas*) sebelum dan sesudah proses destilasi, dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan minyak jarak sebagai alternatif isolasi cair pada minyak transformator yang berasal dari minyak mineral. Percobaan destilasi minyak jarak dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik minyak pada pengujian tegangan tembus. Pengujian tegangan tembus dilakukan dengan cara memanaskan minyak jarak pada rentang suhu 30 °C sampai 70 °C dengan interval kenaikan 10 °C, hasil pengujian tegangan tembus minyak jarak sebelum dan sesudah proses destilasi dijadikan dasar untuk menentukan kelayakan minyak jarak sebagai alternatif isolasi cair. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa, semakin tinggi suhu minyak maka nilai tegangan tembus akan semakin turun. Nilai tegangan tembus paling rendah terjadi pada suhu 70 C sebelum proses destilasi yaitu 10,2 kV dan nilai tegangan tembus paling besar yaitu 30,8 kV pada suhu 30 C setelah proses destilasi.

**Kata Kunci :** tegangan tembus, isolasi cair, destilasi minyak jarak

*Breakdown Voltage Test Of Castor Oil Distillation Before And After Distillation  
Process As An Alternative Insulation Liquid In Trasnformator*

**Muhammad Nur Firdaus**

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

**ABSTRACT**

*This final assignment will discuss on the examination of breakdown voltage on castor oil (*Jatropha curcas*) before and after distillation process in order to find out about the feasibility of castor oil as an alternative of liquid isolation on transformator oil originated from mineral oil. Experimentation of castor oil distillation is conducted to find out about the differences of oil characteristics on breakdown voltage examination. Breakdown voltage examination is done by heating up castor oil on temperature span of 30<sup>0</sup>C to 70<sup>0</sup>C with an increase interval of 10<sup>0</sup>C. Result of castor oil penetrate voltage before and after distillation process will become a basis to determine the feasibility of castor oil as an alternative of liquid isolation. Examination result shows that the higher the temperature of castor oil, the lower the value of breakdown voltage. The lowest breakdown voltage is occurred on 70<sup>0</sup>C before distillation process, which is 10.2 kV and the largest is 30.8 kV on temperature of 30<sup>0</sup>C after distillation process.*

**Keyword**-breakdown voltage, insulation liquid, distillation castor oil

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kemudahan, kesabaran, kekuatan serta hasil yang terbaik dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul: *“Uji Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum Dan Sesudah Proses Destilasi Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya”* yang disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi teknik elektro dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

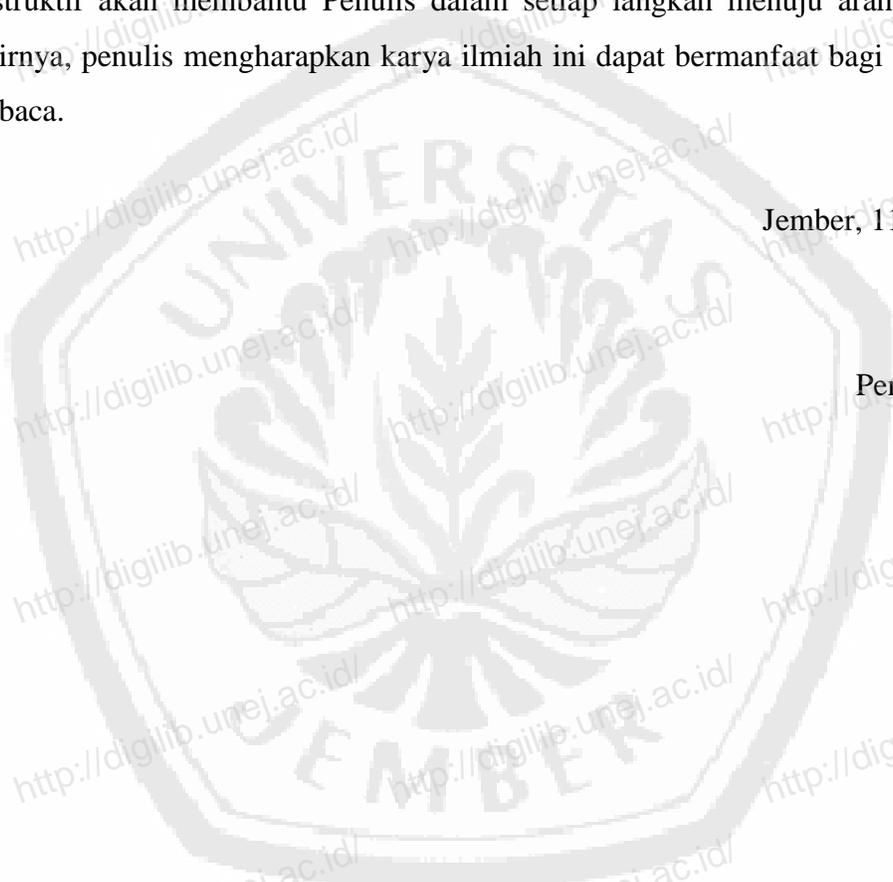
1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik;
2. Bapak Soemardi, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Elektro;
3. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, S.T.,M.T., dan Bapak Dr. I Made Yulistiya Negara, ST,Msc. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota, atas bantuan, bimbingan, semangat dan ilmu yang telah beliau berikan. Sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih lengkap dan bernilai;
4. Bapak Dr. I Made Yulistia Negara, ST, Msc., selaku selaku kepala laboratorium tegangan tinggi ITS yang telah memberikan pengarahan dalam melakukan pengujian tegangan tinggi ini;
5. Teman-teman Fakultas Teknik Universitas Jember, khususnya Teknik Elektro angkatan 2007 yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat tersendiri dalam kehidupan perkuliahan penulis;
6. Orang tuaku, kedua kakakku terimakasih atas segala doa serta dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah dalam menyelesaikan studiku;

7. seluruh pihak yang belum sempat disebutkan diatas yang telah menyalurkan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga do'a, bimbingan, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah Swt. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif akan membantu Penulis dalam setiap langkah menuju arah perbaikan. Akhirnya, penulis mengharapkan karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 11 Mei 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat .....	3
1.4.1 Tujuan .....	3
1.4.2 Manfaat .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pembangkit Tegangan Tinggi AC.....	5
2.2 Isolasi Cair .....	5

2.2.1 Teori Kegagalan Isolasi Cair.....	6
2.2.2 Dasar-Dasar Pengujian Tegangan Tinggi .....	7
2.2.3 Kekuatan Kegagalan .....	8
2.3 Jenis-Jenis Minyak Isolasi .....	9
2.3.1 Minyak Transformator Sebagai Bahan Isolasi.....	10
2.3.2 Bahan Dasar Pembuatan Minyak Transformator.....	10
2.3.3 Minyak Isolasi yang Berasal dari Olahan Minyak Bumi.....	11
2.3.4 Minyak Nabati.....	14
2.4 Destilasi.....	19
2.5 Standarisasi Pengujian Tegangan Tembus.....	20

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

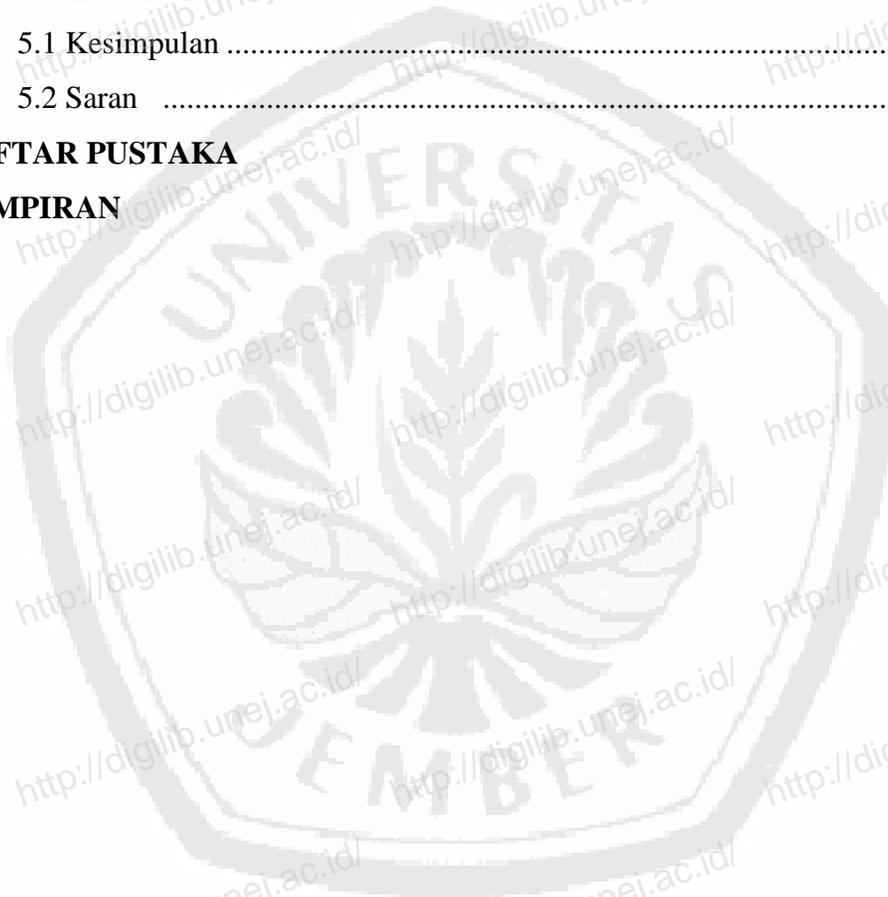
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Percobaan Destilasi .....	21
3.2.2 Pengujian Tegangan Tembus .....	23
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.3.1 Metode yang Digunakan .....	24
3.3.2 Prosedur Pengujian .....	25
3.4 Analisis Data .....	26
3.5 Tahap Penelitian.....	26
3.6 Alur Penelitian .....	27
3.6.1 Destilasi Minyak Jarak.....	27
3.6.2 Pengujian Tegangan Tembus .....	28

### **BAB 4. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Percobaan Destilasi Minyak Jarak .....	29
4.2 Hasil Pengujian Tegangan Tembus.....	32
4.2.1 Pengujian Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum Destilasi .....	32
4.2.2 Pengujian Tegangan Tembus Minyak Jarak Sesudah Destilasi.....	33

4.3 Analisis Data .....	34
4.3.1 Fenomena yang Terjadi Pada Tegangan Tembus Minyak Jarak ...	36
4.4 Minyak Transformator Sebagai Pembanding Tegangan Tembus .....	37
4.4.1 Fenomena Saat Pengujian Minyak Transformator .....	40
4.5 Analisa Kelayakan Minyak Jarak .....	41
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	43

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan Asam Lemak pada Minyak Jarak.....	18
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	21
4.1 Spesifikasi Minyak Jarak.....	29
4.2 Pengujian Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebelum Destilasi.....	33
4.3 Pengujian Tegangan Tembus Minyak Jarak Setelah Destilasi.....	34
4.4 Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo.....	37



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik Macam-Macam Pengujian.....	7
2.2 Medan Elektrik dalam Dielektrik .....	8
2.3 Minyak Kelapa Murni.....	14
2.4 Minyak Kelapa Sawit .....	15
2.5 Minyak Kedelai .....	16
2.6 Minyak Jarak .....	17
2.7 Elektroda untuk Mengukur Tegangan Tembus Menurut IEC 156.....	20
3.1 Alat Destilasi Vakum.....	22
3.2 Alat Tegangan Tinggi AC .....	23
3.3 Diagram Alir Langkah Percobaan Destilasi .....	27
3.4 Diagram Alir Langkah Percobaan Tegangan Tembus .....	28
4.1 Grafik Pengujian Tegangan Tembus Minyak Jarak .....	33
4.2 Grafik Pengujian Tegangan Tembus Minyak Transformator.....	37
4.3 Pengaruh Suhu dan Kelembaman terhadap tegangan tembus minyak trafo	39