

# EVALUASI KANDUNGAN AIR TERHADAP TEGANGAN TEMBUS PADA MINYAK JARAK YANG TELAH MELALUI PROSES TRANSESTERIFIKASI SEBAGAI ALTERNATIF MINYAK TRANSFORMATOR

Rahmawati<sup>1\*</sup>, Sri Agustina<sup>1</sup>, Monang R Malau<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, \*Email : etikmahyuddin@yahoo.com

*Abstrak*-Isolasi adalah sifat atau bahan yang dapat memisahkan secara elektrik dua buah penghantar agar tidak terjadi tembus yang tidak diinginkan. Salah satu isolasi yang umum digunakan pada peralatan tegangan tinggi adalah minyak transformator yang digunakan sebagai penyekat juga berfungsi sebagai pendingin. Minyak transformator adalah minyak mineral yang diperoleh dengan pemurnian minyak mentah. Terjadinya krisis energi saat ini, membuat kita perlu mencari sumber-sumber energi alternatif yang layak dikembangkan. Minyak dari tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) berpotensi sebagai alternatif minyak transformator. Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai hubungan kandungan air terhadap tegangan tembus pada sampel minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas Oil*) yang telah dimurnikan dengan proses degumming bleaching, deodorisasi, netralisasi dan transesterifikasi. Hasil pengujian tegangan tembus terhadap kandungan air minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas Oil*), dijadikan sebagai salah satu dasar untuk menentukan kelayakan minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas Oil*) sebagai alternatif minyak transformator. Salah satu syarat minyak transformator adalah memiliki tegangan tembus yang tinggi. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai terbaik tegangan tembus sampel minyak jarak pagar sesuai IEC 156 sebesar 24,5 kV/2,5 mm dan dilihat dari besar tegangan tembusnya belum layak dijadikan sebagai alternatif minyak transformator yang disesuaikan dengan standarisasi SPLN 49 – 1 : 1982. begitu juga dari nilai kandungan air-nya minyak jarak pagar masih belum layak dijadikan sebagai bahan isolasi cair, karena nilai rata-rata kandungan air nya sebesar 605.56 ppm sedangkan standarisasi  $\leq 40$  ppm.

*Kata kunci*: minyak transformator, kandungan air tegangan tembus, minyak jarak pagar.

*Abstract*-Isolation is the nature or substance that can be electrically separate the two conductors to prevent unwanted translucent. One commonly used insulation in high voltage equipment is used as transformer oil baffle also serves as a coolant. Transformer oil is mineral oil obtained by refining crude oil. The current energy crisis, we need to make the search for alternative energy sources are feasible to be developed. Oil from *Jatropha* (*Jatropha curcas L*) as a potential alternative to transformer oil. In this thesis will discuss the relationship of the water content in the sample breakdown voltage of *Jatropha* oil (*Jatropha Curcas Oil*) that has been purified by the process of degumming bleaching, deodorization, neutralization and transesterifikasi. The results of testing the breakdown voltage of the water content of *Jatropha* oil (*Jatropha Curcas Oil*), used as one basis for determining the feasibility of *Jatropha* oil (*Jatropha Curcas Oil*) as an alternative to transformer oil. One of the requirements is the transformer oil has a high breakdown voltage. Based on the test results obtained the best value of breakdown voltage of *Jatropha* oil samples according to IEC 156 of 24.5 kV / 2,5 mm and great views of the breakdown voltage is not used as a viable alternative to transformer oil were adjusted to standardize SPLN 49-1: 1982. So also of the value of the water content of the *Jatropha* oil is still not deserve to be as liquid insulation material, because the average value of its water content of 605.56 ppm while the standardization of  $\leq 40$  ppm.

*Keywords*. transformer oil, water content breakdown voltage, *Jatropha* oil

## I. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dewasa ini adalah energi listrik. Kebutuhan akan energi listrik cenderung meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan karena makin banyaknya penduduk yang memerlukan dan menyadari arti penting listrik untuk menunjang aktifitas hidup sehari-hari.

Dengan adanya perkembangan pembangunan, pertambahan jumlah penduduk dan kenaikan taraf hidup masyarakat ke arah yang lebih baik, maka kebutuhan akan energi listrik juga bertambah. Minyak trafo yang sering digunakan saat ini merupakan hasil pemurnian minyak bumi. Ketersediaan minyak bumi semakin hari semakin menipis, sedangkan kebutuhan terus meningkat. Indonesia dulunya dikenal sebagai negara yang kaya akan minyak bumi akan tetapi sekarang minyak bumi semakin sulit didapati. Hal ini

dikarenakan permintaan pasar yang meningkat dengan cepat akibat pertumbuhan penduduk dan industri.

Sulitnya mendapatkan minyak bumi di Indonesia memaksa pemerintah mengeluarkan kebijakan penghematan terhadap pemakaian minyak bumi. Kebijakan ini pun disambut oleh beberapa peneliti untuk mengupayakan alternatif pengganti minyak bumi tersebut dengan mencari bahan baku atau sumber daya alam yang dapat diperbaharui, seperti sampah, kotoran hewan, limbah kelapa sawit serta biji tanaman jarak.

Setelah melalui beberapa penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti, maka diketahui bahwa minyak jarak dapat digunakan sebagai alternatif pengganti minyak bumi, baik pada transportasi maupun industri. Mengingat kadar minyak yang dimiliki oleh biji Jarak Pagar dapat digunakan seperti halnya minyak bumi, akan tetapi masih terdapat masalah yaitu kadar asam dan kandungan air pada minyak jarak ini masih belum memenuhi standar untuk alternatif minyak trafo. Oleh karena itu penelitian ini penulis mencoba untuk mendapatkan nilai kandungan air dan tegangan tembusnya apakah memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai alternatif pengganti minyak transformator yang selama ini digunakan sesuai dengan standar *IEC 156*.

#### A. Tujuan

Tujuan penulisan penelitian minyak jarak ini adalah untuk mendapatkan nilai kandungan air dari minyak jarak yang telah melalui proses Transesterifikasi menggunakan metode Karl Fisher sebagai salah satu syarat minyak transformator alternatif, sehingga dapat diketahui apakah sudah memenuhi persyaratan sebagai isolasi cair atau belum berdasarkan standar persyaratan minyak transformator yang berlaku. Hal ini dikarenakan kandungan air sangat berpengaruh terhadap tegangan tembus dari minyak itu sendiri.

#### B. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat diketahui apakah minyak jarak ini bisa memenuhi persyaratan sebagai alternatif pengganti minyak isolasi transformator berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia.

### III. TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika.

#### B. Bahan Isolasi Cair

Bahan isolasi cair merupakan bahan pengisi pada beberapa peralatan listrik. Bahan isolasi cair ini

biasanya digunakan pada peralatan seperti transformator, pemutus beban, rheostat. Bahan isolasi cair memiliki dua fungsi yaitu sebagai isolasi antara bagian yang bertegangan dan juga sebagai pendingin. Oleh karena itu agar dapat digunakan, isolasi cair harus memiliki tegangan tembus yang tinggi sebagai salah satu syaratnya.

#### C. Minyak Transformator

Peralatan transformator tenaga merupakan bagian penting dalam jaringan tenaga listrik. Peralatan isolasi transformator terdiri dari isolasi cair (minyak) dan isolasi padat (kertas). Minyak transformator adalah minyak mineral yang diperoleh dengan pemurnian minyak mentah. Selain berasal dari minyak mineral, minyak transformator dapat pula dibuat dari bahan organik, misalnya: minyak trafo piranol, silikon. Sebagai bahan isolasi, minyak transformator harus mempunyai tegangan tembus yang tinggi.

#### D. Syarat – Syarat Minyak Transformator

Syarat minyak trafo harus memenuhi kriteria berikut ini yaitu kejernihan, viskositas, kinematik, massa jenis, titik nyala, titik tuang, angka kenetralan, kolorosi belerang, kebocoran dielektrik, tegangan tembus, kandungan air, tahanan jenis, kemantapan oksidasi, tegangan antarmuka, kandungan gas.

#### E. Minyak Jarak Pagar

Jarak Pagar dikenal dengan nama latin *Jatropha Curcas L.* Jarak pagar merupakan tanaman semak yang tumbuh cepat. Tanaman ini tahan kekeringan dan dapat tumbuh di tempat bercurah hujan 200 milimeter per tahun hingga 1.500 milimeter per tahun. Ciri-ciri tanaman Jarak Pagar antara lain adalah perdu atau pohon kecil, bercabang-cabang tidak teratur, tinggi sekitar 1 -7 meter, tumbuh sebagai tanaman liar atau tanaman pagar.

#### F. Proses Pemurnian Minyak Jarak Pagar

1. Degumming
2. Bleaching
3. Deodorisasi
4. Netralisasi
5. Transesterifikasi

#### G. Kandungan Air

Kandungan air dalam minyak transformator adalah jumlah 1 mg air yang ada dalam 1 liter minyak. Air dalam minyak transformator dapat berasal dari sumber eksternal seperti dari kelembapan udara dan air bebas atau dari sumber internal, dimana air dihasilkan dari kertas isolasi. Kandungan air yang diperbolehkan dengan sesuai standar IEC 156 adalah tidak lebih dari 40 mg/kg atau 40 mg/L.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

**A. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Minyak jarak pagar

**B. Alat Penelitian**

Pada penelitian ini menggunakan bahan yaitu minyak dari biji jarak pagar yang telah di ekstrak dan telah melalui berbagai macam proses .Alat yang digunakan untuk mengukur nilai kandungan air pada minyak tersebut adalah *Aquamax KF Coulometric* dan *BAUR Oil Tester DTA* untuk mengukur tegangan tembus seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2. *Aquamax KF Coulometric* dan *BAUR Oil Tester DTA*

**C. Rancangan Rumus Penelitian**

Penelitian kandungan air pada minyak jarak ini dilakukan juga perhitungan selisih hasil nilai kandungan air yang sudah dan sebelum dikoreksi melalui alat karl fischer. Contoh kasus, kadar air hasil pengukuran = 10 mg/kg; suhu *sampling* ( $t_s$ )= 40 °C; *correction factor* = 0,45; maka kadar air terkoreksi = 10 x 0,45 = 4,5 mg/L

dimana : TS = suhu sampel

F = *correction factor* = 0,45

S = kadar hasil air

Jadi, rumus untuk menghitung kadar air terkoreksi adalah :

$$SF=S \times F \tag{1}$$

dengan mengabaikan suhu sampel.

Untuk tegangan tembus, menggunakan alat *Oil Tester merk Megger seri OTS60PB* yang dilengkapi dengan sepasang elektroda jamur dengan jarak sela antar elektroda 2,5 mm (standar IEC 156) dirumuskan sebagai persamaan berikut:

$$\bar{V}_b = \frac{\sum_{i=1}^n V_{bi}}{n} \tag{2}$$

dimana :

$\bar{V}_b$  : tegangan tembus

N : banyaknya pengujian

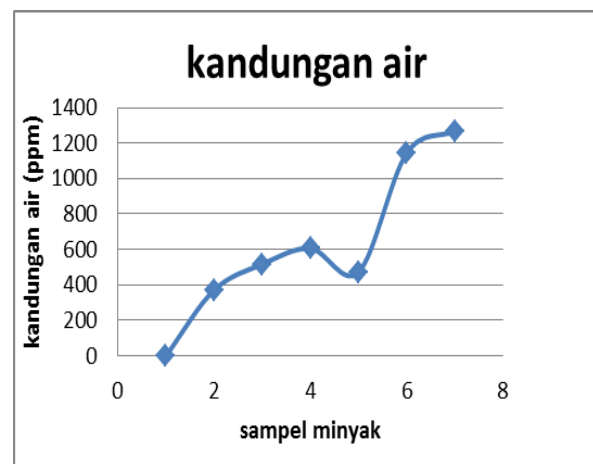
**IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**A. Data Hasil Penelitian Kandungan Air**

Dalam pengujian nilai kandungan air, data yang dihasilkan sebagai berikut :

TABEL 1  
PENGUJIAN NILAI KANDUNGAN AIR

Proses pada minyak jarak	Nilai kandungan air (ppm)
Minyak mentah	824,43
<i>Degumming</i>	1148,95
<i>Bleaching</i>	1345,69
Deodorisasi	1050,25
Netralisasi	2540,41
Transesterifikasi	2817,30



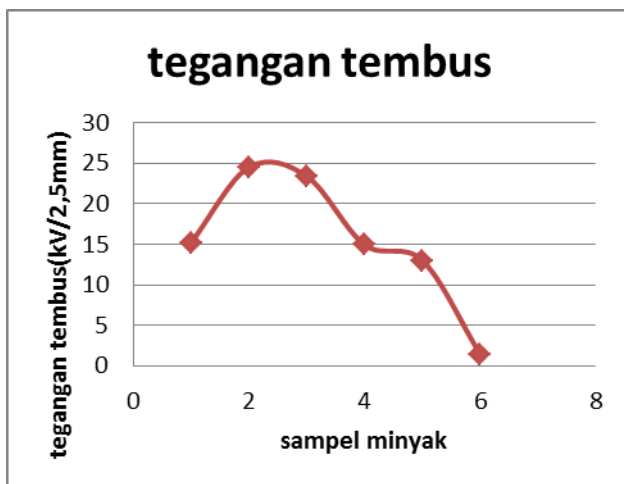
Gambar 3. Grafik kandungan air

### B. Data Pengujian Tegangan Tembus

Dalam pengujian tegangan tembus, data yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

TABEL 2  
PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS

Sampel pada minyak jarak	Vb 1 ( Kv/ 2,5mm)	Vb 2 ( Kv/ 2,5mm)
Minyak mentah	13,8	16,6
Degumming	20,9	28,1
Bleaching	20,8	26,0
Deodorisasi	11,1	18,8
Netralisasi	10,2	15,8
Transesterifikasi	1,4	1,08



Gambar 4. Grafik tegangan tembus

### C. Analisa Pengaruh Kandungan Gas terhadap Tegangan Tembus

Dari hasil pengujian, persentase kandungan air sangat mempengaruhi nilai tegangan tembus minyak jarak. Pada pengujian kandungan air nilai persentase setiap sampel naik tinggi yang mengakibatkan tegangan tembus-nya semakin kecil. Kenaikan persentase kandungan air ini diakibatkan penambahan NaOH pada proses pemurnian minyak jarak. NaOH terlarut menambah keelektrolisan cair, sehingga menghasilkan basah kuat. Basah kuat tergolong kedalam larutan elektrolit kuat yaitu larutan yang mempunyai daya hantar arus listrik, karena zat terlarut yang berada didalam air seluruh-nya dapat berubah menjadi ion-ion.

Pada penelitian ini pengukuran tegangan tembus dilakukan sebanyak 6 kali untuk tiap sampel minyak, dan dari hasil yang didapat perpindahan nilai tegangan tembus antara pengukuran yang satu dengan yang berikutnya umumnya mengalami perubahan yang cukup besar, dengan kecenderungan naik atau turun. Hal ini

disebabkan beberapa faktor, antara lain faktor pembentukan jembatan serat dan faktor pengaruh uap lembab. Faktor pembentukan jembatan serat diperkirakan penyebab terjadinya perubahan nilai tegangan tembus. Formasi jembatan serat pada sela elektroda antara pengukuran yang satu dengan yang berikutnya terbentuk pada tegangan yang berbeda. Hal ini disebabkan minyak terkontaminasi partikel secara tidak merata. Semakin banyak partikel yang melalui sela elektroda, semakin cepat formasi jembatan serat terbentuk dan tembus semakin cepat terjadi

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil pengujian nilai kandungan air dimana nilai terbaik yg diperoleh sebesar 824,3 ppm, masih belum memenuhi standar IEC 156 sebagai bahan isolasi cair dan media pendingin pada transformator, dimana batasan nilai yang diizinkan pada transformator yaitu <40 ppm. Begitu juga dengan tegangan tembus nilai terbaik yaitu 24,5 kV/2,5mm sedangkan batasan nilai yg diizinkan minimal 30 kV/2,5mm.
- Dari hasil pengujian nilai kandungan air dan tegangan tembus minyak jarak terdapat pengaruh yang besar antara sifat listrik (tegangan tembus) dengan sifat kimia (kandungan air) yaitu, jika tegangan tembusnya rendah itu menunjukkan adanya kontaminasi seperti air atau partikel konduktif. Jadi semakin tinggi kandungan air nya maka tegangan tembus nya makin rendah.

### B. Saran

Pada saat pengujian dan penghitungan nilai kandungan air dan tegangan tembus, hasil yang di dapat belum memenuhi standar yang diharapkan. Hal ini disebabkan masih banyak-nya kontaminasi seperti kandungan air gum, fosfolipid, asam lemak bebas, zat warna, senyawa yang mengandung nitrogen dan ion logam yang dapat mengurangi fungsi minyak jarak sebagai isolasi cair. Untuk kedepannya penelitian ini sangat bagus dilanjutkan dengan memperhatikan beberapa hal berikut yaitu:

- Pemakaian konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan bentonit harus dikurangi lagi untuk setiap proses pemurnian minyak jarak.
- Pada saat proses terakhir perlu dilakukan penguapan (distilasi) agar dapat menurunkan kandungan air yang terdapat pada minyak.
- Pengurangan pemakaian air aquades pada setiap proses pemurnian minyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. 1983. *Teknik Tegangan Tinggi Suplemen*. Jakarta : Ghalia.
- Dalma, Wijaya. 2011. *Evaluasi Tegangan Tembus Terhadap Campuran Minyak Jarak Sebagai Bahan Isolasi Cair Pada*

- Transformator*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya. Inderalaya.
- [3] IEC 156 International Standard. 1995. *Insulating Liquids – Determination of the Breakdown Voltage at Power Frequency – Test Method*. Second Edition.
- [4] Kadir, Abdul. 1979. *Transformator*. Jakarta : Penerbit Pradnya Paramita.
- [5] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi minyak dan lemak pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- [6] Muhaimin, Drs. 1999. *Bahan-Bahan Listrik*. Jakarta : Penerbit Pradnya Paramita.
- [7] Naidu, M.S and V. Kamaraju. 2000. *High Voltage Engineering*. Second Edition. Tata Company limited. McGraw Hill, New Delhi.
- [8] Nasution, Zulkifli. 2005. *Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Laporan Penelitian. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [9] PLN, 2009. *Pedoman O&M Trafo Tenaga*. Jakarta.
- [10] SPLN 49 - 1 : 1982. *Minyak Isolasi – Pedoman Penerapan Spesifikasi dan Pemeliharaan Minyak Isolasi*. Perusahaan Umum Listrik Negara. 1982.
- [11] Sudjana, M. A. 1992. *Metode Statistika*. Edisi Ke – 5. Bandung
- [12] Sausan Anbar M, 2010, Pengaruh Metode Netralisasi Dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Mutu Faktis Gelap Dari Minyak Jarak (*Castor Oil*).
- [13] Syah, Andi Nur Alam. 2006. *Biodiesel Jarak Pagar*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- [14] Sutrisno. 2004. *Teknologi penyediaan air bersih*. Jakarta : Edisi Jilid 2
- [15] Tadjuddin. 1998. *Analisa Kegagalan Minyak Transformator*. Elektro Indonesia. Edisi ke Dua Belas.