

**PENGENALAN POLA *PARTIAL DISCHARGE* PADA MINYAK  
NABATI SEBAGAI ALTERNATIF MINYAK ISOLASI  
TRANSFORMATOR DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN  
SARAF TIRUAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Jenjang Pendidikan  
Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh :

**ANGGIA RESTINA**  
BP : 03 175 002

Pembimbing I:  
**Hj. MELDA LATIF, M.T.**  
NIP : 132 206 812

Pembimbing II:  
**MUMUH MUHARRAM, M.T.**  
NIP: 132 215 122



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2008**

## ABSTRAK

*Minyak nabati seperti minyak kedele, minyak jagung dan minyak sawit memiliki potensi untuk digunakan sebagai alternatif minyak trafo. Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengujian partial discharge pada minyak nabati tersebut. Pengujian partial discharge sangat penting dilakukan karena partial discharge dapat mengindikasikan awal dari kegagalan isolasi. Jaringan saraf tiruan digunakan untuk mendiagnosa pola partial discharge pada minyak nabati olahan atau minyak goreng kedele, minyak goreng jagung dan minyak goreng kelapa sawit.*

*Pola partial discharge diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu No PD, Warning, dan Alarm (PD) dengan menggunakan tegangan uji bolak-balik 5 kV, 10 kV, dan 15 kV. Pada masing-masing variasi tegangan tersebut, suhu minyak uji juga divariasikan yaitu tanpa pemanasan (27°C), dan dengan pemanasan (40°C, 50°C, 60°C dan 70°C). Pada percobaan diperoleh bahwa semakin tinggi tegangan uji yang diterapkan pada minyak uji, aktivitas partial discharge pada minyak uji tersebut semakin banyak. Hal ini disebabkan kerapatan elektron yang semakin tinggi yang menjadi syarat terjadinya partial discharge. Pada percobaan tersebut juga diperoleh bahwa semakin tinggi suhu minyak uji aktivitas partial discharge semakin berkurang. Hal ini disebabkan kadar air pada minyak tersebut semakin berkurang akibat pemanasan.*

*Pola partial discharge ditampilkan dalam bentuk pola  $q-q$ . Sistem jaringan saraf tiruan yang digunakan dalam pengenalan pola ini adalah jaringan saraf tiruan 3 lapis dengan hubungan feedforward dan metode pelatihan propagasi balik dengan input 20 neuron dan output 3 neuron. Pada proses pelatihan, data minyak kedele dan minyak jagung digunakan sebagai input jaringan. Hasil yang diperoleh pada proses pelatihan ini adalah jaringan saraf tiruan mencapai konvergen dengan jumlah iterasi terkecil pada konstanta belajar 0.05 dan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi berjumlah 14 neuron. Setelah pelatihan sukses dilakukan, maka dilakukan pengujian terhadap jaringan untuk mengenali pola. Hasil yang diperoleh adalah jaringan saraf tiruan mampu mengenali 100% pola partial discharge yang sudah dilatih, yakni pola partial discharge pada minyak kedele dan minyak jagung, serta mampu mengenali 93.33% pola partial discharge yang belum pernah dilatih yakni pola partial discharge pada minyak sawit.*

*Kata kunci : minyak nabati, pola partial discharge, jaringan saraf tiruan*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Transformator adalah salah satu komponen penting dalam sistem tenaga listrik. Dalam pengoperasiannya transformator memerlukan suatu bahan isolasi. Bahan isolasi yang sering digunakan adalah isolasi cair yang berupa minyak isolasi. Fungsi minyak transformator ini selain sebagai bahan isolasi, juga sebagai pendingin transformator dan pelindung bagian inti dan belitan transformator dari kerusakan dan reaksi kimia [1][2].

Minyak isolasi yang telah banyak digunakan pada transformator adalah minyak hasil olahan minyak bumi. Namun minyak bumi ini termasuk ke dalam sumber energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga persediaannya sangat terbatas dan sewaktu-waktu akan habis. Selain minyak mineral, minyak isolasi yang juga digunakan sebagai isolasi pada transformator adalah minyak sintetis. Tetapi minyak sintetis ini dapat berakibat buruk terhadap lingkungan jika terjadi kebocoran karena dapat mencemari air dan tanah [3] dan harganya pun sangat mahal. Oleh karena itu sekarang banyak dilakukan penelitian terhadap minyak alternatif sebagai bahan isolasi. Salah satunya adalah penggunaan minyak dari tumbuhan pangan atau minyak nabati. Alasan penggunaan minyak nabati ini adalah bahan bakunya merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan minyak ini juga ramah lingkungan.

Sebelum transformator dioperasikan, minyak yang akan digunakan sebagai bahan isolasi pada transformator tersebut harus melalui pengujian di laboratorium. Hal ini dilakukan agar transformator tersebut dapat beroperasi dengan sebaik-baiknya, baik dalam pembebanan penuh maupun pada saat terjadi gangguan pada transformator. Pengujian yang sering dilakukan adalah pengujian kegagalan isolasi. Dari beberapa kasus yang terjadi menunjukkan bahwa kegagalan isolasi ini berkaitan dengan adanya peluahan sebagian (*Partial discharge*). Selain itu, banyak peneliti telah melakukan pengujian diagnosa isolasi dengan menggunakan *partial discharge (PD)*. Pengujian PD ini sangat penting dilakukan karena PD dapat mengindikasikan awal dari kegagalan isolasi [4][5].



Diharapkan dengan memonitor aktifitas PD dapat diketahui kerusakan isolasi secara dini sehingga tidak sampai merusak sistem atau peralatan secara keseluruhan.

Dewasa ini, diagnosa degradasi bahan isolasi yang menggunakan teknik pengenalan pola PD telah banyak digunakan. Penelitian ini salah satunya dilakukan oleh H.Suzuki dan T.Endoh [6]. Penelitian ini menggunakan objek uji kabel XLPE. Pola PD yang didapat dari pengujian disimulasikan dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang berfungsi sebagai *alarm processor*. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu sistem cerdas yang diciptakan untuk suatu komputasi serba bisa seperti halnya kemampuan otak manusia. Sama halnya dengan otak manusia, JST memperoleh pengetahuan melalui proses belajar dan menyimpan pengetahuan yang bersifat pengalaman tersebut dan membuatnya siap untuk digunakan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah JST mampu mengenali pola PD yang tidak diketahuinya (belum pernah dilatih) sebesar 90% setelah JST tersebut dilatih dengan 30 pola input. Hal tersebut berarti JST mampu menjadi *alarm processor*.

Penelitian lainnya yang menggunakan teknik pengenalan pola ini adalah penelitian yang dilakukan oleh T.Zinoulis, et al [7]. Pada penelitian ini dilakukan pengenalan pola *partial discharge* minyak transformator dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Hasil yang diperoleh adalah jaringan mampu mengenali pola PD pada minyak transformator sebesar 95% untuk *training data set* dan 90% untuk *test data set*.

Penelitian yang berkaitan dengan minyak nabati juga sudah pernah dilakukan, diantaranya oleh Bonggas L.Tobing [8], Wahyudi David [9] dan Dhanny Rahmad Putra [10]. Bonggas L.Tobing [5] menggunakan minyak nabati mentah pada pengujiannya sedangkan Wahyudi David [9] dan Dhanny Rahmad Putra [10] menggunakan minyak goreng sebagai objek uji. Salah satu metode pengujian yang dilakukan oleh ketiga penguji tersebut berkaitan dengan tegangan tembus. Hasil yang didapatkan adalah minyak nabati cukup potensial dijadikan sebagai bahan isolasi dan minyak goreng memiliki kekuatan isolasi cukup bagus bila dibandingkan dengan minyak nabati mentah. Namun untuk objek minyak nabati ini belum ditemukan penelitian yang berkaitan dengan *Partial discharge*.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian tugas akhir ini digunakan suatu konsep sederhana untuk mengenali pola *partial discharge* pada minyak nabati olahan atau minyak goreng dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan sehingga dapat diidentifikasi dengan baik oleh komputer guna mendapatkan informasi dan diagnosa keadaan isolasi minyak nabati olahan tersebut.

## 1.2. Identifikasi Masalah

*Partial discharge* merupakan kejadian tembus lokal pada isolasi padat atau cair. Pada isolasi cair, *partial discharge* dapat muncul di dalam *cavity* (gelembung udara) yang terperangkap di dalam isolasi cair tersebut. Kejadian *partial discharge* yang muncul pada minyak isolasi transformator salah satunya dapat disebabkan oleh pengaruh kondisi layanan (perubahan kondisi pembebanan) sehingga menyebabkan perubahan temperatur minyak isolasi itu sendiri.

Mempelajari *partial discharge* menjadi sangat penting karena dengan mengetahui tingkat *partial discharge* suatu isolasi dapat diperkirakan kondisi isolasi. Pengukuran *partial discharge* mengalami kemajuan yang sangat pesat dengan diaplikasikannya komputer dalam instrumen. Kecepatan pengukuran secara *on-line* menjadikan topik PD menarik perhatian banyak pihak. Kemajuan akuisisi data dalam mengolah pola PD juga semakin meningkat. Pola-pola PD dapat dijadikan semacam sidik jari untuk mengetahui tingkat degradasi isolasi yang sedang berlangsung sehingga dapat mencegah kerusakan yang lebih lanjut akibat kegagalan dari isolasi. Aplikasi teori pengambilan keputusan berbantuan kecerdasan buatan seperti jaringan saraf buatan telah menjadikan topik PD semakin menarik.

Permasalahan utama yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah menganalisis jaringan saraf tiruan dalam mengenali pola *partial discharge* yang berasal dari sumber minyak nabati olahan atau minyak goreng yang berbeda yang mempunyai potensi untuk dijadikan alternatif minyak isolasi transformator yang berada dalam kondisi temperatur ruangan maupun saat diberikan perubahan temperatur.



### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. untuk menganalisis Jaringan Saraf Tiruan dalam mengenali pola *partial discharge* dengan jenis minyak nabati olahan atau minyak goreng kedele, minyak goreng jagung dan minyak goreng kelapa sawit.
2. untuk melihat aktivitas *partial discharge* pada minyak goreng kedele, minyak goreng jagung dan minyak goreng kelapa sawit yang dipengaruhi oleh perbedaan temperatur.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dapat menggunakan jaringan saraf tiruan sebagai *alarm processor* pada bahan isolasi minyak sebelum terjadi degradasi pada bahan isolasi.
2. Penelitian ini dapat dijadikan rujukan untuk melakukan penelitian tentang minyak nabati dan pengenalan pola selanjutnya.

### 1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Tegangan yang diterapkan pada objek uji adalah tegangan bolak-balik (AC), yaitu 5 kV, 10 kV, dan 15 kV.
2. Pada masing-masing variasi tegangan di atas, diterapkan suhu minyak isolasi mulai dari 27 °C, 40 °C – 70 °C.
3. Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan parameter *partial discharge* pada minyak goreng berupa besar muatan (q), jumlah pulsa PD (n), dan sudut phasa dari tegangan terapan ( $\phi$ ) untuk membentuk pola  $\phi$ -q.
4. Minyak nabati yang digunakan adalah minyak nabati olahan atau minyak goreng berupa minyak goreng kedele, minyak goreng jagung dan minyak goreng kelapa sawit.
5. Pengenalan pola *partial discharge* dilakukan dengan menggunakan sistem jaringan saraf tiruan dengan hubungan *feedforward*, dan metoda pelatihannya adalah algoritma *backpropagation*.

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai hasil pengujian *partial discharge* dan pengenalan pola *partial discharge* pada minyak nabati. Dalam bab ini nanti bisa dilihat bagaimana pengaruh temperatur terhadap pola parameter *partial discharge* dan kemampuan JST mengenali pola PD yang berasal dari sumber yang berbeda.

#### 4.1. *Partial discharge*

Pengujian *partial discharge* ini dilakukan pada kondisi ruangan yang sama pada setiap kondisi objek uji, yakni pada kondisi ruangan dengan kelembaban ruang. Hal ini disebabkan karena sifat isolasi cair yang mudah menyerap kondisi lingkungan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga jenis variasi tegangan yakni 5 kV, 10 kV dan 15 kV dengan alasan untuk mendapatkan kondisi tidak ada PD (No PD), permulaan PD (Warning) dan terdapatnya banyak pulsa PD yang hampir mengarah pada terjadinya tembus sempurna (Alarm(PD)) untuk digunakan sebagai pasangan input-target pada jaringan saraf tiruan. Dari data pengujian *partial discharge* pada lampiran 1 dapat dilihat bahwa pada tegangan 5 kV sama sekali tidak terjadi aktivitas *partial discharge*. Sedangkan pada tegangan 10 kV telah muncul aktivitas *partial discharge* namun belum dalam jumlah yang banyak. Kemudian, pada tegangan 15 kV telah muncul banyak aktivitas *partial discharge*. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin tinggi tegangan, aktivitas PD juga semakin banyak. Secara teori, jika tegangan diantara elektroda dinaikkan, maka ionisasi akan bertambah sehingga kerapatan elektron yang menjadi syarat terjadinya PD menjadi tinggi.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pada penelitian ini, semakin tinggi tegangan yang diterapkan pada minyak goreng kedele, minyak goreng jagung dan minyak goreng kelapa sawit, maka semakin banyak aktivitas *partial discharge* pada ketiga jenis minyak tersebut. Hal ini disebabkan oleh kerapatan elektron yang semakin tinggi.
2. Pada penelitian ini minyak goreng kedele memiliki jumlah *partial discharge* dan muatan maksimum yang lebih kecil daripada minyak goreng jagung dan minyak goreng kelapa sawit. Sedangkan minyak goreng kelapa sawit memiliki aktivitas *partial discharge* terbanyak. Ini disebabkan minyak kedele dan minyak jagung memiliki kekuatan isolasi yang baik dan dapat dijadikan alternatif minyak isolasi transformator.
3. Suhu dan aktivitas *partial discharge* pada minyak goreng kedele, minyak goreng jagung dan minyak goreng sawit, berbanding terbalik. Semakin tinggi suhu maka aktivitas *partial discharge* semakin berkurang. Hal ini disebabkan semakin berkurangnya kadar air dalam minyak akibat pemanasan.
4. Jaringan saraf tiruan yang optimal digunakan pada sistem pengenalan pola *partial discharge* ini adalah 14 neuron pada lapisan tersembunyi dan konstanta belajar 0.05.
5. Keakuratan sistem dalam mengenali pola *partial discharge* untuk *training data set* yang berupa pola *partial discharge* pada minyak goreng kedele dan minyak goreng jagung mencapai 100%.
6. Keakuratan sistem dalam mengenali pola *partial discharge* untuk *test data set* atau data yang belum pernah dilatihkan yang berupa pola *partial discharge* pada minyak goreng kelapa sawit mencapai 93.33%.



## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] P.Mahardi, Johan. Suwano. *Studi Pengaruh Busur Api Terhadap Unjuk Kerja dan Spektrum Arus Bocor Minyak Transformator*. Jurnal Teknik Tegangan Tinggi Indonesia diterbitkan oleh Forum Studi Teknik Tegangan Tinggi Antar Universitas (FOSTU) Vol.3, No.2- Juli 2001.
- [2] M.Ilyas. *Studi Kelayakan Minyak Biji Jarak (Jatropha Curcas) Sebagai Alternatif Minyak Isolasi Transformator Daya*. Prosiding Makalah Tugas Akhir I Teknik Tenaga Listrik Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung Semester I 2004-2005 Hal 47 – 50. Bandung .
- [3] Anasrul, Teguh. *Studi Karakteristik Minyak Kelapa Sawit Untuk Isolasi Transformator Tegangan Menengah*. Prosiding Makalah Tugas Akhir I Teknik Tenaga Listrik Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung Semester I 2004 – 2005 Hal 89 – 94. Bandung
- [4] Y. G. Park, H. K. Lee, et all. *Classification Of Defect in Solid Insulation Material by PD Methods. Proceeding of The 6<sup>th</sup> International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials*. Hal 749-752. China, 2000.
- [5] A.Syakur, Suwarno. *The Influences of Humidity on PD characteristics in Void in PolyVinyl Chloride (PVC)*. Proceeding of ICPADM. Vol 2 Hal 494 - 497. Bali, 2006.
- [6] H.Suzuki and T.Endoh. *Pattern Recognition of Partial discharge in XLPE Cables Using a Neural Network*. IEEE Transaction on Electrical Insulation Vol. 27 No. 3. Japan, 1992.
- [7] T.Zinoulis, et all. *The Use of Neural Networks for Discrimination of Partial discharge in Transformator Oil*. IEEE Transaction on Electrical Insulation
- [8] L. Tobing, Bonggas, Nasrul A., *Sifat Dielektrik Minyak Kelapa Sawit (CPO)*. Proceeding Seminar Nasional dan Workshop Tegangan Tinggi III Universitas Indonesia Hal 153 – 157. Jakarta.
- [9] David, Wahyudi. *Identifikasi Sifat-Sifat Beberapa Jenis Minyak Sebagai Alternatif Isolator Pada Transformator Daya*. Tugas Akhir Teknologi Pertanian Universitas Andalas, 2005