

## PROSPEK MINYAK RBD OLEIN KELAPA SAWIT SEBAGAI MINYAK ISOLASI TRANSFORMATOR ALTERNATIF

Abdul Rajab

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang  
E-mail : [rajabdri@plasa.com](mailto:rajabdri@plasa.com)

### ABSTRAK

Meningkatnya perhatian terhadap isu lingkungan dan kesehatan, mendorong para ahli untuk kembali melirik minyak nabati sebagai kandidat minyak isolasi transformator yang lebih ramah lingkungan. Dilihat dari faktor ketersediaan maka jenis minyak nabati yang patut untuk diteliti dan dikembangkan menjadi kandidat minyak isolasi di Indonesia adalah minyak kelapa sawit atau minyak produk turunannya. Makalah ini memaparkan hasil pengujian sifat listrik minyak RBD Olein dari kelapa sawit. Tegangan tembus, faktor disipasi dan permitivitas relatif minyak sampel dites dan hasilnya dibandingkan dengan standar ASTM D-7861. Ditinjau dari sisi tegangan tembus, maka minyak RBDPO Olein terlihat memuaskan. Pada temperatur 25<sup>0</sup>C tegangan tembus minyak 57 KV, pada temperatur 40<sup>0</sup>C, tegangan tembus bahkan sudah mencapai sekitar 60 kV. Permitivitas relatif minyak RBDPO Olein, 3,1, bahkan lebih baik dibanding minyak mineral yang nilainya sekitar 2,2 – 2,6. Titik lemah yang masih dimiliki oleh minyak ini adalah faktor disipasi yang bernilai 0,03 belum memenuhi standar.

Kata Kunci : minyak kelapa sawit, minyak isolasi, sifat listrik, ramah lingkungan.

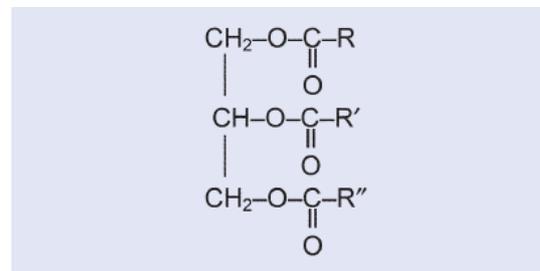
### A. PENDAHULUAN

Seiring dengan makin meningkatnya perhatian terhadap isu lingkungan dan kesehatan, maka sejak tahun 1990-an penelitian tentang minyak transformator dari minyak nabati kembali menarik perhatian para ahli. Ester alami dari minyak nabati dulunya dianggap tidak cocok digunakan pada transformator - meski penggunaan minyak lobak dan minyak jarak pada kapasitor di masa lampau menunjukkan potensi yang cukup berarti – kembali menjadi sorotan. Disain transformator moderen, dengan penambahan sejumlah zat aditif dan modifikasi minimum, bisa mengkompensasi karakteristik ini[1].

Ester alami merupakan turunan dari gliserol (*glycerol*) dan dikenal sebagai trigliserida (*tryglycerides*). Segmen-segmen asam lemak terdiri dari rantai karbon lurus dengan jumlah atom karbon genap. Gambar 1 menunjukkan rumus struktur umum trigliserida ester alami, dimana grup R, R' dan R'' merupakan rantai atom karbon dengan jumlah atom karbon 14 – 22 dan mengandung nol hingga tiga ikatan rangkap[2].

Untuk dapat dipertimbangkan sebagai minyak isolasi menggantikan minyak-minyak konvensional, suatu minyak kandidat memenuhi beberapa kriteria dasar, sebagai berikut : [3]

- Biodegradable,
- Stabil secara kimia dan termal,
- Memenuhi sifat elektrik,
- Memenuhi sifat fisik,
- Persediaan banyak, dan
- Biaya murah



Gambar-1. Struktur Trigliserida ester alami minyak nabati [2]

Dengan mempertimbangkan faktor ketersediaan, biaya (relatif lebih murah dibanding minyak nabati lain) dan biodegradabilitas, maka jenis minyak nabati yang patut untuk diteliti dan dikembangkan menjadi kandidat minyak isolasi di Indonesia adalah minyak kelapa sawit atau minyak produk turunannya. Bersama Malaysia, Indonesia menguasai 80 % pasar minyak sawit dunia. Data tahun 2005 menunjukkan bahwa produksi minyak kelapa sawit Indonesia mencapai 15 juta ton CPO (Crude Palm Oil) dan 1,8 juta ton PKO (Palm Kernel Oil) [4].

Kelapa sawit yang dapat tumbuh dengan baik pada daerah beriklim tropis dengan curah hujan 2000 mm/tahun dan kisaran suhu 22 – 32 <sup>0</sup>C sangat cocok untuk mayoritas wilayah di Indonesia. Daerah penanaman kelapa sawit di Indonesia meliputi Jawa Barat, Lampung, Riau, Sumatera Barat, Sumatera

Utara dan Aceh. Saat ini wilayah penanaman telah menjangkau pulau Sulawesi dan Kalimantan.

Sebagaimana minyak-minyak nabati lainnya, minyak kelapa sawit merupakan campuran dari trigliserida-trigliserida asam-asam lemak. Minyak dengan persentase kandungan asam lemak tak jenuh tinggi menghasilkan viskositas lebih rendah dan pada temperatur rendah menunjukkan karakteristik lebih baik. Di lain pihak, minyak dengan persentase kandungan asam lemak jenuh tinggi menghasilkan stabilitas oksidasi yang lebih baik. Dengan demikian, disimpulkan bahwa minyak *monounsaturated* merupakan pilihan terbaik[5]. Dari sekian minyak produk turunan minyak kelapa sawit didapati bahwa RBDPO Olein memiliki kandungan asam lemak *monounsaturated* tertinggi, khususnya kandungan oleat.

Penelitian terdahulu [2] menunjukkan bahwa sifat listrik minyak kelapa sawit jenis RBDPO Olein memenuhi standar ASTM D-6871 sebagai kandidat minyak isolasi transformator. Sayangnya, kelayakan secara listrik itu tercapai setelah melalui proses pemanasan, kondisi yang tidak ditemui pada saat transformator baru mulai beroperasi. Untuk mendapatkan minyak isolasi berbasis minyak kelapa sawit yang lebih ramah lingkungan, maka minyak jenis RBDPO Olein ini perlu diberi *treatment* lanjut berupa penyaringan atau penggunaan *adsorben* untuk meningkatkan taraf kemurnian minyak dan pengurangan kadar air, agar minyak sampai pada level layak secara listrik

## B. SAMPEL PENELITIAN

Sifat listrik minyak isolasi terutama tegangan tembus dan faktor disipasi sangat dipengaruhi oleh keberadaan kontaminan khususnya kontaminan polar. Karenanya dalam pemilihan sampel harus memperhatikan tingkat kemurnian minyak.

Sampel minyak RBDPO Olein yang digunakan dalam penelitian ini merupakan produksi PT Mikie Oleo Nabati Industri. Minyak ini dianggap yang paling murni dibanding minyak sejenis dari pabrikan lain, karena di samping kandungan utama berupa minyak olein, dia hanya mengandung asam lemak bebas 5 gram, masing-masing 2 gram asam lemak jenuh dan 3 gram asam lemak tak jenuh.

## C. EKSPERIMEN

Metode-metode untuk mengevaluasi berbagai karakteristik minyak isolasi yang menjamin kualitas dan umur teknis minyak isolasi tersebut telah distandarisasi. Semua sifat yang terdaftar adalah penting, namun demikian, beberapa diantaranya memiliki sifat saling mempengaruhi. Parameter-parameter yang paling penting meliputi tegangan tembus, permitivitas relatif, faktor disipasi, kandungan air dan stabilitas [6]. Dalam makalah ini dipaparkan tiga dari sekian parameter yang

disebutkan di atas, yaitu tegangan tembus, faktor disipasi dan permitivitas relatif.

### C.1. Tegangan Tembus

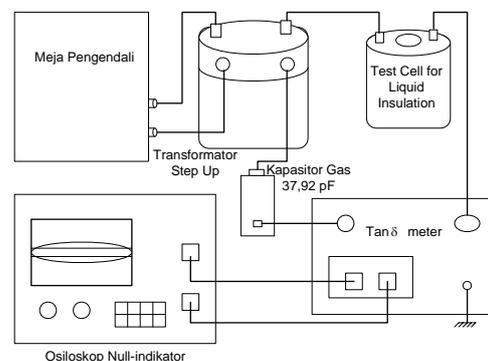
Pengujian tegangan tembus dilakukan dengan menggunakan peralatan *Liquid Dielectric Test Set, Model LD60*, produksi *Phenix Technologies* yang tercantum dalam gambar 2. Untuk keperluan pengukuran, dipilih laju kenaikan tegangan 2 kV/s dan jarak antar elektroda 2,5 mm. Input yang digunakan adalah 220 V AC, 50 Hz, 1 fasa, dengan arus sebesar 2,5 A, sedangkan outputnya 0-60 kV AC. Pengetesan dilakukan pada temperatur ruang, 25 °C, 40 °C dan 60 °C.



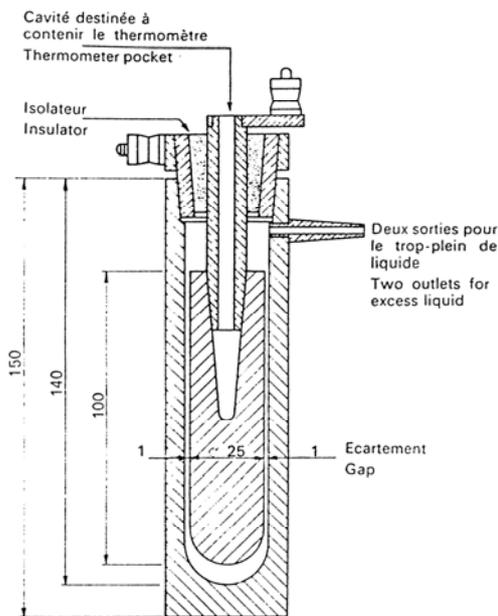
Gambar-2 Perangkat pengukuran tegangan tembus *Liquid Dielectric Test Set, Model LD60*

### C.2. Permitivitas Relatif dan Faktor Disipasi

Permitivitas relatif dan faktor disipasi diukur menggunakan rangkaian pengujian *Schering* dengan alat uji dari *Tettex Instrument* dan osiloskop indikator nol, dengan rangkaian percobaan tampak pada gambar 3. Pengetesan dilakukan pada temperatur ruang, 25 °C, 40 °C dan 60 °C.



Gambar-3 Rangkaian pengujian *Schering* untuk pengukuran permitivitas relatif dan Faktor disipasi



Gambar 4. Test Cell dua terminal<sup>[7]</sup>.

Test Cell adalah sebuah sel uji dua terminal yang terbuat dari stainless steel yang membentuk sistem kapasitansi dengan bahan cair atau gas sebagai bahan dielektriknya. Sel ini buatan Tettex Instrument.

**D. HASIL**

Hasil pengukuran terhadap sampel minyak dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan tabel 2 berisi nilai-nilai yang dipersyaratkan oleh standar ASTM D-6871 sebagai pembandingan. Nilai tegangan tembus pada tabel 2 adalah nilai minimum, nilai faktor disipasi merupakan nilai maksimum, dan nilai permitivitas adalah nilai kisaran.

Tabel -1 Sifat Listrik Minyak RBDPO Olein

No.	Sifat Listrik	Temperatur		
		25 <sup>0</sup> C	40 <sup>0</sup> C	60 <sup>0</sup> C
1	Tegangan Tembus (kV)	57	>60	>60
2	Faktor Disipasi	0,03	0,03	0,03
3	Permitivitas Relatif	3,2	3,2	3,0

Tabel -2 Sifat Listrik Minyak Nabati Berdasarkan Standar ASTM D-6871

No	Sifat Listrik	Temperatur		
		25 <sup>0</sup> C	40 <sup>0</sup> C	60 <sup>0</sup> C
1	Tegangan Tembus (kV)	35	35	35
	Faktor Disipasi <sup>(1)</sup>	0,002	0,01	0,02
2	Permitivitas Relatif	3,2	3,2	3,2
3				

<sup>(1)</sup> Dihitung menggunakan interpolasi Faktor disipasi pada 25<sup>0</sup>C dan 100<sup>0</sup>C masing-masing maksimum 0,2% dan 4%.

Dari table 2 di atas terlihat bahwa tegangan tembus minyak RBDPO Olein pada temperatur

ruang, 25<sup>0</sup>C, telah memenuhi standar ASTM D-6871 (lihat tabel 2). Kenaikan temperatur hingga 40<sup>0</sup>C saja sudah menyebabkan minyak hanya mengalami satu kali tembus - 58 kV - dari lima kali percobaan tembus, sebagaimana ditetapkan dalam standar. Berdasarkan pada fakta ini, percobaan tegangan tembus pada temperatur 60<sup>0</sup>C tidak dilakukan.

Permitivitas relatif minyak RBDPO Olein yang diperoleh adalah 3,1, nilai ini hampir sama dengan nilai standar ASTM D-6871, 3,2 (lihat tabel 3). Nilai Permitivitas relatif ini jauh lebih baik dibandingkan dengan nilai permitivitas relatif minyak mineral yang saat ini merupakan jenis minyak yang paling banyak dipakai pada transformator. Minyak mineral mempunyai permitivitas relatif pada kisaran 2,2 hingga 2,6.

Permitivitas relatif yang lebih besar lebih menguntungkan ditinjau dari sudut dipandang distribusi medan listrik. Medan yang diderita oleh suatu bahan isolasi yang terhubung seri (dalam transformator minyak terhubung seri dengan isolasi kertas) berbanding terbalik dengan permitivitas relatif bahan tersebut. Sehingga minyak RBDPO Olein akan mengalami stres medan yang lebih kecil dibandingkan dengan minyak mineral jika digunakan pada transformator yang sama dan pada kondisi yang sama pula.

Faktor disipasi yang diperoleh belum memenuhi standar, pada temperatur 60<sup>0</sup>C nilai faktor disipasi maksimum menurut standar ASTM D-6871 adalah 0,02. Dengan menggunakan interpolasi, dan dengan asumsi bahwa nilai faktor didipasi linier terhadap temperatur, maka standar ASTM D-6781 pada temperatur 40<sup>0</sup>C dan pada temperatur 60<sup>0</sup>C berturut-turut 0,01 dan 0,02. Sedangkan hasil pengukuran faktor disipasi minyak RBD Olein pada ketiga temperatur tersebut 0,03.

Dari ketiga sifat listrik tersebut, hanya faktor disipasi inilah yang merupakan titik lemah minyak RBD Olein, meski perbedaannya dengan standar ASTM D-6781 kecil. Dua sifat listrik yang lain memenuhi syarat sebagai kandidat minyak isolasi alternatif. Tegangan tembusnya bahkan sangat meyakinkan, sekitar 60 kV.

**E. KESIMPULAN**

Ditinjau dari sisi tegangan tembus, maka minyak RBDPO Olein terlihat memuaskan. Pada temperatur 25<sup>0</sup>C tegangan tembus minyak 57 KV, pada temperatur 40<sup>0</sup>C, tegangan tembus bahkan sudah mencapai sekitar 60 kV. Permitivitas relatif pun demikian, permitivitas relatif minyak RBDPO Olein, 3,1, lebih baik dibanding minyak mineral yang nilainya sekitar 2,2 – 2,6. Medan listrik yang akan diderita oleh minyak RBDPO Olein lebih kecil dibanding minyak mineral jika keduanya ditempatkan dalam transformator yang sama dan diberi tegangan yang sama. Titik lemah minyak ini – dari sisi sifat listrik – adalah faktor disipasinya yang bernilai 0,03, masih lebih besar dari standar.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Rajab, T. Anasrul dan Suwarno, "Investigasi Terhadap Minyak Sawit Sebagai Minyak Isolasi Transformator Ramah Lingkungan", Proceedings Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan (STNK) 2007, Makassar, 17-18 Juli 2007.
2. Abdul Rajab, "Evaluasi Sifat Listrik Minyak Kelapa Sawit RBDPO Olein Sebagai Kandidat Minyak Isolasi Transformator Ramah Lingkungan" Jurnal TeknikA, Desember 2007.
3. C. Patrick McShane, "*Vegetable-Oil-Based Dielectric Coolant*", IEEE Industry Applications Magazine, May/June 2002.
4. Erliza Hambali, dkk., "Teknologi Bioenergi", ArgoMedia Pustaka, Jakarta, 2007.
5. P. Boss and T.V. Oommen, "*New Insulating Fluid for Transformers Based on Biodegradable High Oleic Vegetable Oil and Ester Fluid*", The Institution of Electrical Engineers, London, 1999.
6. B. Dolata, H. Borsi and E. Gockenbach, "Comparison of Electric and Dielectric Properties of Esters Fluids with Mineral Based Transformer Oil", Proceeding of XVth International Symposium on High Voltage Engineering, Ljubljana, Slovenia, August 27-31, 2007.
7. Dedy K. S., "Studi Pengaruh Temperatur Terhadap Karakteristik Dielektrik Minyak Transformator Jenis *Shell Diala B*", Skripsi ITB.
8. Suwarno, "*Diktat Kuliah Teknik Isolasi*", Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, Bandung, 2006.