

Received: Maret 2022

Accepted: April 2022

Published: April 2022

Efektivitas Arang Sekam Padi Dalam Memperbaiki Tegangan Tembus Minyak *Transformator* Bekas

Amelya Indah Pratiwi ^{1*}, Muhammad Asri ²
^{1*,2}.Universitas Ichsan Gorontalo

Email: * amelyaindahpratiwi@gmail.com

Abstract

Environmental pollution due to the burning of rice husk biomass and discarded transformer oil has a negative impact on the environment and livings. Utilization of rice husk biomass apart from being used as animal feed, fertilizer, can also be used as a purification of used transformer oil so that used transformers that were originally going to become waste can be reused in a long period of time. This study aims to analyze the effectiveness of rice husk activated charcoal in improving the breakdown voltage of used nynas libra transformer oil. The activator material used in rice husk charcoal is NAOH 30% as much as 100 ml with a chemical method for the activation process. To obtain the effectiveness value in terms of the percentage increase in breakdown voltage before and after purification, then the value of the voltage of the two test treatments is also reviewed against the standard breakdown voltage of transformer oil SPLN 49-1. The results showed that the average breakdown voltage increase of 5 times in each process was 166.99%. It can be concluded that the use of rice husk activated charcoal as a purification agent is effective in improving the breakdown voltage of used transformer oil.

Keywords : Transformer oil, activated charcoal, rice husk

Abstrak

Pencemaran lingkungan akibat pembakaran biomassa sekam padi dan minyak trafo bekas yang tidak dapat digunakan lagi tentu saja berdampak buruk pada lingkungan dan makhluk hidup. Pemanfaatan biomassa sekam padi selain sebagai pakan ternak, pupuk, juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan purifikasi minyak trafo bekas sehingga trafo bekas yang semula akan menjadi limbah dapat dipergunakan kembali dalam jangka waktu yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektifitas arang aktif sekam padi dalam memperbaiki tegangan tembus minyak trafo bekas nynas libra. Adapun bahan aktifator yang digunakan pada arang sekam padi adalah NAOH 30% sebanyak 100 ml dengan metode kimia untuk proses aktifasinya. Untuk memperoleh nilai efektifitasnya ditinjau dari persentase kenaikan tegangan tembus sebelum dan setelah purifikasi kemudian ditinjau pula nilai tegangan kedua perlakuan pengujian tersebut terhadap standar tegangan tembus minyak trafo SPLN 49-1. Hasil penelitian diperoleh tingkat kenaikan tegangan tembus rata-rata dari 5 kali pengujian pada masing- masing proses yakni sebesar 166,99%. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan arang aktif sekam padi sebagai zat purifikasi efektif dalam memperbaiki tegangan tembus minyak trafo bekas.

Kata kunci : Minyak Trafo, arang aktif, sekam padi

1. Pendahuluan

Ketersediaan biomassa yang melimpah harus dimaksimalkan potensi dan pemanfaatannya di berbagai sektor kehidupan sebab jika tidak, maka jumlah pencemaran udara akibat pembakaran yang menghasilkan zat-zat berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup terus bertambah. Salah satu potensi biomassa yang akan dikaji pada penelitian ini yakni potensi biomassa sekam padi sebagai bahan purifikasi pada minyak trafo bekas yang digunakan di Gardu Induk.

Arang sekam padi yang diaktivasi dapat digunakan sebagai pemurnian air atau minyak. Penelitian yang dilakukan oleh Novi dan Novrian, 2016 membuktikan penggunaan arang aktif tempurung kelapa mampu memurnikan air sumur dengan kandungan logam Mn dan Al memenuhi standar Permenkes 492/Menkes/Per/IV/2010[1]. Ketersediaan sekam padi di Indonesia sangatlah melimpah sehingga potensi pengembangannya lebih besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai produk yang bernilai ekonomis.

Alasan pemilihan minyak trafo bekas sebagai objek penelitian adalah karena minyak transformator merupakan isolasi yang berfungsi sebagai peredam busur api yang timbul pada bagian-bagian bertegangan pada transformator. Selain sebagai isolasi, minyak trafo juga berfungsi sebagai pendingin sehingga dapat mengurangi disipasi panas yang berlebihan akibat tingginya medan listrik pada bagian-bagian yang bertegangan[2]. Dengan kata lain, minyak trafo adalah bagian penting dari sebuah sistem tenaga listrik.

Kegagalan kerja suatu sistem kelistrikan lebih banyak disebabkan karena gagalnya sistem proteksi peralatan listrik menjalankan fungsinya selebihnya karena faktor kelalaian manusia dan sambaran petir langsung pada peralatan listrik. Kegagalan isolasi minyak trafo disebabkan beberapa faktor yakni isolasi minyak trafo sudah mengalami pencemaran zat-zat pengotor[3], terbentuknya gelembung-gelembung udara pada minyak trafo dan umur pakai yang sudah lama. Minyak trafo bekas dalam jangka waktu berkala harus dilakukan

pengecekan oleh teknisi pembangkit untuk dites apakah kondisinya masih layak atau tidak untuk digunakan kembali. Layak tidaknya dapat dinilai dari perubahan warna dan pengukuran tegangan tembus minyak trafo.

Minyak trafo yang mengalami kontaminasi zat pengotor menyebabkan turunnya kemampuan isolasi (dielektrik) minyak trafo karena zat-zat pengotor tersebut memiliki tegangan tembus di bawah tegangan tembus minyak trafo. Standar tegangan tembus minyak trafo sudah pakai berdasarkan IEC 45 adalah 30 kV/2,5 mm jarak sela elektroda pengujian. Sedangkan minyak trafo belum pakai (baru) adalah 50 kV/2,5 mm jarak sela elektroda pengujian.

Tabel 1. Standar Tegangan Tembus Minyak Transformator

Tegangan Operasi (kV)	Untuk Minyak Baru	Untuk Minyak Sudah Dipakai
	kV / 2.5 mm	kV / 2.5 mm
> 170	≥ 50	≥ 50
70 – 170	≥ 50	≥ 40
< 70	≥ 50	≥ 30

Sumber : IEC 45

Telah banyak penelitian terkait pemurnian minyak trafo dengan berbagai metode dan zat pemurnian. Shilvi Herviany dalam penelitiannya memperbaiki tegangan tembus dengan cara menaikkan suhu minyak trafo dengan cara memanaskan dengan berbagai variasi tinggi suhu dan memperoleh hasil yang baik yakni kenaikan tegangan tembus minyak trafo[4]. Selain memanaskan minyak trafo, cara lain yang sudah terbukti menaikkan tegangan tembus minyak trafo adalah menggunakan kertas saring. Penggunaan zat bentonit, fenol dan zat adiktif lain seperti arang aktif tongkol jagung juga dapat memperbaiki tegangan tembus minyak trafo[5][6].

Penelitian ini menggunakan arang aktif sekam padi sebagai zat pemurnian minyak trafo bekas. Alasan penggunaan sekam padi dikarenakan ketersediaannya yang melimpah

di alam, waktu karbonasi lebih cepat dibandingkan tongkol jagung.

Arang Aktif

Arang aktif merupakan arang yang dapat menyerap dengan baik molekul, anion, dan kation yang berbentuk senyawa organik dan anorganik baik dalam bentuk larutan maupun gas. Arang aktif dan arang memiliki perbedaan yang dapat dilihat dari sipat permukaannya. Arang aktif memiliki pori-pori yang terbuka hal ini dikarnakan telah dilakukan aktivasi sehingga arang aktif memiliki daya serap yang baik dengan pori-pori yang sudah terbuka tersebut, sedangkan arang permukaannya masih ditutupi deposit hidrokarbon yang menjadikan daya serapnya kurang maksimal[7].

Untuk membuat arang aktif serta memiliki daya serap yang baik, maka arang yang sudah dibuat dapat diaktifkan melalui cara aktivasi. Pada proses pengaktifan arang dapat dilakukan menggunakan dua cara, yaitu aktivasi cara kimia dan cara fisika. Kualitas arang aktif yang dibuat tergantung dari bahan pengaktif, bahan yang digunakan, temperatur, dan proses pengaktifannya.

Aktifasi cara kimia merupakan pencampuran arang dengan bahan kimia untuk membuka pori-pori arang. Proses aktivasi cara kimia adalah arang dicampurkan dengan bahan kimia kemudian diamkan selama 24 jam, setelah 24 jam arang yang sudah dicampurkan dengan bahan kimia dicuci dengan senyawa kimia lain dan tiriskan. Setelah ditiriskan panaskan arang dengan suhu 600 - 900 °C selama 1-2 jam proses ini bertujuan membuka pori-pori arang agar daya serapnya lebih efektif. Adapun bahan-bahan yang dapat digunakan adalah NaOH, HCL, NH₄C1, KMnO₄, HNO₃ dan H₂SO₄.

Aktifasi dengan cara ini menggunakan oksidasi lemah seperti gas CO₂, O₂, N₂, dan uap air. Proses aktivasi cara fisika adalah panaskan arang pada suhu 800-1000 °C kemudian alirkan gas-gas ringan seperti CO₂ atau udara.

Tegangan Tembus

Tegangan tembus (*breakdown*) adalah peristiwa dimana tegangan dinaikkan secara

terus-menerus sampai isolasi mencapai batasnya yang membuat atom-atom akan terionisasi dan tidak lagi mampu menahan tegangan sehingga isolator berubah menjadi konduktor.

Kualitas minyak isolasi dapat mempegaruhi kekuatan tegangan tembus pada trafo. Pada kondisi minyak terpakai minyak mudah terkonaminasi oleh zat – zat lain yang mengakibatkan minyak megalami penurunan kekuatan tegangan tembus yang mengakibatkan turunnya tingkat kegagalan isolasi.

Dalam sistem tegangan tinggi kegagalan isolai/tegangan tembus seringkali menjadi masalah yang tak terhindarkan. Khususnya yang sering terjadi pada minyak transformator. Hal ini tentu mempengaruhi kualitas, mutu, dan kesinambungan pendistribusian dalam suatu PLN. Hilangnya fungsi minyak trafo sebagai penyekat dan pendingin trafo mengakibatkan terjadinya tegangan tembus.

Selain banyaknya kontaminasi, tegangan tembus seringkali terjadi karena kenaikan temperatur dan lamanya minyak digunakan. Naiknya temperatur/suhu minyak dikarenakan transformator tersebut digunakan secara terus menerus dalam keadaan beban yang tinggi.

2. Metoda Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan melakukan percobaan atau pengujian pada objek yang diteliti menggunakan seperangkat alat pengujian Tegangan Tinggi AC. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa tegangan tembus minyak trafo kondisi sebelum dan setelah purifikasi menggunakan arang aktif sekam padi. Analisa efektifitas penggunaan purifikasi arang aktif sekam padi berupa persentase perbandingan kedua kondisi minyak trafo yang diuji tersebut.

2.1. Objek Penelitian

Objek yang akan di teliti (Gambar 1) adalah minyak isolasi transformator kondisi bekas Nynas Libra, yang diuji menggunakan elektroda setengah bola dengan jarak sela 2.5

mm, takaran minyak trafo bekas 400 ml yang diperoleh dari Gardu Induk Isimu (GI).



Gambar 1. Minyak Trafo Bekas

2.2. Proses Pembuatan Arang Sekam Padi

Sekam padi yang akan dikarbonasi terlebih dahulu dikeringkan di bawah terik matahari selama 12 jam. Sekam padi yang digunakan tidak ditimbang hanya diperkirakan sebanyak bubuk sekam yang akan digunakan untuk proses pemurnian minyak trafo.

Sekam padi yang telah dikeringkan kemudian di letakkan didalam sebuah wadah kaleng atau drum bekas dan diletakkan di atas tungku untuk proses karbonasi. Lamanya proses pengarangan kurang lebih 5 jam dengan berat arang yang dihasilkan setelah dihaluskan yakni 350 gram.



Gambar 2. Pengarangan Sekam Padi

2.3. Aktivasi Arang

Dalam proses pengaktifan arang terdapat dua cara yaitu aktifasi cara kimia dan aktifasi cara fisika. Pada penelitian ini digunakan aktifasi cara kimia dengan tahapan sebagai berikut :

1. Haluskan arang sekam padi (bubuk)
2. Setelah menjadi halus campurkan dengan bahan pengaktif zat NaOH (Natrium Hidroksida) selama 12 jam.
3. Setelah 12 jam arang aktif yang sudah dicampur dengan zat NaOH di cuci dengan HCL (Asam Clorida)
4. Kemudian dicuci dengan air panas dan dikeringkan



Gambar 3. Arang sekam padi yang sudah ditambahkan zat NaOH 30%



Gambar 4. Arang yang sudah diaktivasi dan dikeringkan.

2.4. Tahapan dan Diagram Alir Penelitian

Tahapan Pengujian

1. Memasukkan arang aktif kedalam minyak trafo bekas kemudian diaduk agar tercampur rata dan didiamkan selama 24 jam
2. Menyaring minyak menggunakan saringan teh yang dilapisi kapas.
3. Menyiapkan peralatan ujian

4. Mengatur jarak sela bola 2.5 mm
5. Memasukkan minyak trafo yang sudah dimurnikan ke wadah pengujian
6. Menaikkan tegangan sampai terjadi loncatan bunga api
7. Mencatat tegangan tembus, mengulangi langkah 3 sampai 6 untuk minyak trafo bekas tanpa pemurnian.

3. Hasil Penelitian

3.1. Pengujian Minyak Trafo Bekas Sebelum dipurifikasi

Dari hasil pengujian minyak trafo bekas diperoleh nilai tegangan tembus yang disajikan pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas

Pengujian ke-	Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas (kV)
1	9,91
2	10,61
3	9,47
4	10,49
5	11,29
Rata-Rata	10,35

Minyak trafo diuji sebanyak 5x percobaan dan diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus 10,35 kV. Tegangan tembus tersebut jauh dibawah standar PLN 49-1 yakni ≥ 30 kV/2.5 mm. Hal ini disebabkan karena kekuatan dielektrik dari minyak trafo tersebut sudah menurun karena pengotoran/kontaminasi berbagai partikel yang jika diberikan medan listrik pada larutan akan menimbulkan gelembung udara yang nilai dielektriknya jauh lebih rendah dari dielektrik minyak itu sendiri. Berikut di bawah akan dilihat pengaruh penambahan arang aktif sekam padi terhadap tegangan tembus minyak trafo.

3.2. Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas Setelah Purifikasi

Pengujian minyak trafo bekas yang telah dipurifikasi dengan arang aktif sekam padi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tegangan Tembus Setelah Purifikasi

Pengujian ke-	Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas (kV)
1	24,89
2	28,05
3	27,78
4	27,41
5	27,25
Rata-Rata	27,076

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada minyak trafo bekas yang ditambahkan arang aktif sekam padi dengan takaran 350 gram, sebanyak 5 kali pengujian diperoleh nilai rata-rata sebesar 27,076 kV. Dalam percobaan tersebut diperoleh hasil pengujian tertinggi pada percobaan kedua yaitu 28,05 kV dan terendah pada pengujian ke-4 sebesar 27,25 kV. Tegangan tembus tersebut sudah mendekati standar PLN 49-1 yakni ≥ 30 kV/2,5 mm. Meski masih jauh dari harapan namun, tegangan tembus minyak trafo yang ditambahkan arang aktif sekam padi sudah mengalami peningkatan dari minyak trafo bekas yang belum ditambahkan arang aktif sekam padi.

Tabel 4. Persentase Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas Sebelum dan Setelah Purifikasi

Perco baan Ke-	Tegangan tembus minyak trafo bekas sebelum purifikasi (a)	Tegangan tembus minyak trafo bekas setelah purifikasi (b)	Persentase kenaikan tegangan tembus minyak trafo bekas (c)
1	9.91	24,89	151,16 %
2	10,61	28.05	164,37 %
3	9.47	27,78	194,35 %
4	10.49	27,41	161,3 %
5	11,29	27,25	141,36 %
Rata-Rata	10,35	27,076	161,6 %

Tabel 4 menunjukkan persentase perbandingan nilai tegangan tembus minyak trafo bekas tanpa purifikasi dan yang telah

dipurifikasi dengan arang aktif sekam padi. Nilai rata-rata peningkatan tegangan tembusnya cukup besar yakni 161.6% dari tegangan tembus semula.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa tegangan tembus minyak trafo uji sebelum dan setelah *purifikasi* di atas dapat disimpulkan bahwa.

1. Tegangan tembus minyak trafo bekas yang telah dipurifikasi dengan arang aktif sekam padi lebih tinggi daripada tegangan tembus minyak trafo bekas sebelum purifikasi. Ini berarti Arang aktif sekam padi efektif dalam memperbaiki tegangan tembus minyak trafo bekas.
2. Persentase kenaikan tegangan tembus minyak trafo yang telah dipurifikasi terhadap minyak trafo bekas sebelum purifikasi sebesar 161,6% yang artinya arang sekam padi efektif menyerap partikel-partikel pengotor sehingga memperbaiki kondisi minyak trafo bekas yang sudah sangat kotor.
3. Nilai tegangan tembus kedua sampel uji belum memenuhi Standar SPLN 49-1.

5. Saran

Penelitian berikutnya mengenai perbaikan tegangan tembus dengan purifikasi menggunakan biomassa sebaiknya menggunakan beberapa variabel uji misalnya uji titik panas dan viskositas minyak sebelum dan setelah purifikasi.

6. Daftar Pustaka

[1] N.Rahmawanti, N.Dony, "Studi Arang Aktif Tempurung Kelapa Dalam Penjernihan Air Sumur Perumahan Baru

Daerah Sungai Andai". *Jurnal Al Ulum Sains dan Teknologi*, Vol. 1, No. 2, 2016.

- [2] Chumaidy, A."Analisis Kegagalan Minyak Isolasi Pada Transformator Daya Berbasis Kandungan Gas Terlarut".Program Studi Teknik Elektro FTI-ISTN, Hal 41–54.
- [3] I. M. I. Wijaya, "Karakteristik Korona Dan Tegangan Tembus Isolasi Minyak Pada Konfigurasi Elektroda Jarum-Plat", *Prosiding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektri ITS*, pp. 1-7.
- [4] S. Herviany, "Analisis Perbandingan Karakteristik Dielektrik Pada Minyak Bekas Transformator 20 kV Sebelum dan Setelah Purifikasi Dengan Adsorben. *Jurnal Transient*, Vol. 4, 2015.
- [5] D. Nugroho, "Kegagalan Isolasi Minyak Trafo". *Media Elektrika, LSSN 1979-7451*, 3(2), 1–10, 2010.
- [6] F. C. Hidayati,, "Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai (Jelantah) dengan Menggunakan Arang Bonggol Jagung". *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, Vol 1(2), 67, 2016.
- [7] L. M. Yuningsih, D. Mulyadi, & A. J. Kurnia, "Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Sekam padi dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin". *Jurnal Kimia VALENSI*, Vol 2(1), pp 30–34, 2016.
- [8] S. Hartanto, & Ratnawati, "Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia". *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vo.12(1), pp 12–16, 2010.