

Pengembangan Minyak Isolasi Transformator Ramah Lingkungan dan Terbarukan Dari Etil Ester

**A. Rajab*, Haviz Y., Reyhan M. P., Tesya U.S., Nindi A., Melda Latif
dan M. Imran Hamid**

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang

*Corresponding author, e-mail: a.rajab@eng.unand.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas hasil eksperimen terhadap sejumlah parameter etil ester sebagai minyak isolasi. Tiga macam etil ester, yaitu etil miristat, etil palmitat dan etil stearat, dibuat melalui reaksi esterifikasi antara etil alkohol dan asam miristat, asam palmitat dan asam stearat. Sejumlah parameter listrik, fisika dan kimia seperti tegangan tembus, viskositas kinematik, massa jenis, kadar air, angka keasaman dan stabilitas oksidasi diuji dan dibandingkan dengan standar spesifikasi ASTM D 6871. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan tembus semua sampel etil ester lebih tinggi dari nilai minimal yang dipersyaratkan oleh standar. Viskositas kinematik, massa jenis dan angka keasaman semua sampel lebih rendah dari nilai maksimal yang ditolerir oleh standar. Angka peroksida semua sampel, yang digunakan sebagai indikator stabilitas oksidasi, lebih rendah dari minyak mineral. Kadar air merupakan satu-satunya parameter yang masih lebih tinggi dari nilai yang diperbolehkan oleh standar.

Keyword: Etil ester, minyak isolasi, parameter fisika, parameter kimia dan parameter listrik.

Abstract

This paper discusses experimental results on some parameters of ethyl ester as insulating oil. Three kind of ethyl esters, namely ethyl myristic, ethyl palmitate and ethyl stearate, were prepared from ethyl alcohol and myristic, palmitate and stearate acids through esterification process. Some electrical, physical and chemical properties like breakdown voltage, kinematic viscosity, relative density, water content, acidity and oxidation stability were tested. The results were compared to the specification standard of ASTM D 6871. It is found that the breakdown voltage of all ethyl ester samples are larger than the value required by the standard. The kinematic viscosity, the relative density and acidity of all ethyl esters are well below the value allowed by the standard. The peroxide number of all ethyl esters, which is used to indicate the oxidation stability, are lower than the mineral oil one. The remaining problem is water content, which still does not fulfil the value specified by the standard.

Keywords: Chemical properties, electrical properties, ethyl ester, insulating oil, and physical properties.

PENDAHULUAN

Transformator umumnya mengandung minyak isolasi. Selain berfungsi sebagai isolasi, minyak isolasi juga berfungsi sebagai media pendingin. Jenis minyak isolasi yang paling banyak digunakan adalah minyak mineral. Penggunaan ini didasarkan pada paten Elihu Thomson pada tahun 1882, yang baru terealisasi satu dekade setelahnya [1-2]. Minyak mineral menjadi populer, disamping karena mempunyai sifat dielektrik yang bagus, juga karena dapat diperoleh dengan harga relatif lebih murah dibanding minyak jenis lain [3].

Minyak mineral memiliki tingkat biodegradasi yang rendah, yakni sekitar 30%. Minyak isolasi lain seperti minyak sintesis bahkan nyaris tidak dapat terbiodegradasi [4-6]. Rendahnya tingkat biodegradasi minyak mineral dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika terjadi kebocoran tangki transformator atau jika minyak tersebut tumpah atau jika minyak sisa pakai dibuang [7]. Kekhawatiran lainnya adalah bahwa minyak mineral akan habis di masa depan, karena minyak mineral diekstrak dari minyak bumi yang merupakan sumber takterbarukan [8].

Para peneliti kemudian melakukan penelitian tentang minyak isolasi alternatif. Minyak nabati yang berasal dari biji tanaman pertanian dianggap sebagai kandidat yang paling tepat sebagai minyak isolasi yang

ramah lingkungan [1]. Tingkat keterbiodegradasian minyak nabati mencapai 97%, atau bahkan terbiodegradasi penuh, sehingga ramah lingkungan [6]. Percobaan penggunaan minyak nabati sebagai minyak isolasi pada transformator mulai dilakukan secara intensif sejak 1990an, dan mulai diterapkan dalam sebuah transformator distribusi pada tahun 1996 [9]. Saat ini transformator daya yang menggunakan minyak nabati sebagai minyak isolasi sudah banyak yang beroperasi.

Minyak nabati umumnya berbentuk trigliserida atau triester, yang merupakan senyawa dari gliserol dan asam lemak-asam lemak, baik asam lemak jenuh maupun asam lemak tak jenuh. Jenis asam lemak inilah yang menentukan sifat-sifat fisik dan kimia dari minyak. Minyak yang kadar asam lemak tak jenuhnya tinggi cenderung rentan terhadap oksidasi. Di pihak lain, minyak yang kadar asam lemak jenuhnya tinggi memiliki viskositas yang tinggi, demikian juga titik tuangnya. Hal ini merupakan tantangan dalam implementasi minyak nabati sebagai minyak isolasi. Minyak isolasi perlu memiliki viskositas rendah untuk mendukung fungsinya sebagai media pendingin. Selain itu, minyak isolasi juga perlu tahan terhadap reaksi oksidasi mengingat penggunaannya dalam peralatan listrik seperti transformator berlangsung dalam waktu yang lama, hingga 30-40 tahun [8].

Untuk mengatasi persoalan viskositas dan stabilitas oksidasi ini berbagai penelitian awal menyarankan agar asam lemak tak jenuh tunggal seperti asam oleat dijadikan komponen dominan minyak nabati jenis tri-ester untuk penggunaan sebagai minyak isolasi transformator [10]. Upaya alternatif yang bisa ditempuh untuk mendapatkan minyak dengan viskositas rendah adalah dengan menggunakan struktur monoester menggantikan triester. Sedangkan upaya untuk memperbaiki stabilitas oksidasi dilakukan dengan menggunakan komponen asam lemak jenuh dalam struktur monoester tersebut [11-13]. Dua upaya kami sebelumnya menggunakan metil ester sebagai sampel penelitian. Peninggian kadar asam lemak jenuh diupayakan melalui teknik destilasi dan fraksinasi [12, 13]. Dalam penelitian ini jenis monoester yang digunakan adalah etil ester, yang dibuat melalui reaksi esterifikasi antara etil alkohol dengan asam lemak jenuh berupa asam miristat, asam palmitat dan asam stearat.

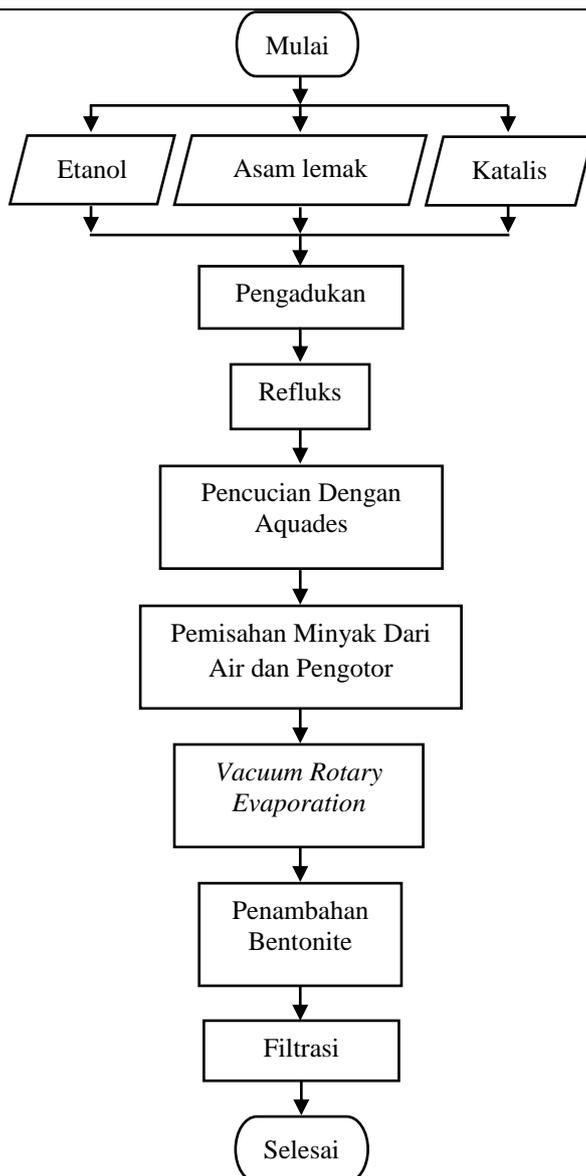
METODE

Secara umum penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama meliputi reaksi esterifikasi untuk menghasilkan sampel berupa etil ester dari etanol dan asam lemak. Asam lemak yang digunakan adalah asam miristat, asam palmitat dan asam stearat, sehingga tersedia tiga macam sampel, yaitu etil miristat, etil palmitat dan etil stearat. Tahap kedua merupakan pengujian parameter penting etil ester sebagai minyak isolasi.

A. Pembuatan Sampel

Pembuatan etil ester dilakukan melalui reaksi esterifikasi berdasarkan (1). Reaksi esterifikasi adalah reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol yang menghasilkan ester. Jenis alkohol yang digunakan adalah etanol sehingga jenis ester yang diperoleh adalah etil ester. Asam karboksilat yang digunakan adalah asam lemak jenuh yang terdiri dari asam miristat, asam palmitat dan asam stearat. Senyawa lain yang terbentuk dari proses esterifikasi adalah air. Keberadaan air dalam ester dengan konsentrasi relatif yang lebih besar dari 10% untuk minyak kotor dan 30% untuk minyak bersih bisa menurunkan tegangan tembus minyak secara signifikan [9]. Dengan demikian, upaya tambahan perlu dilakukan untuk mengurangi kandungan air dari etil ester yang terbentuk. Proses esterifikasi dan pengurangan kadar air dan kadar asam lemak bebas dirangkum dalam diagram alir sebagaimana tertera dalam Gambar 1.





Gambar 1. Diagram alir pembuatan etil ester

Asam lemak jenuh berupa asam miristat, asam palmitat dan asam stearat dari minyak sawit dicampur dengan etanol dengan perbandingan mol 1:8 dan ditempatkan dalam tabung reaksi, lalu diaduk dengan *magnetic stirrer*. Katalis jenis asam sulfat ditambahkan kedalam campuran untuk mempercepat reaksi, Selanjutnya, proses refluks dilakukan selama 5 jam. Hasil reaksi kemudian dicuci dengan aquades, lalu didiamkan selama satu malam hingga membentuk 2 lapisan. Lapisan bawah dibuang menyisakan lapisan atas yang merupakan lapisan etil ester. Proses ini masih menyisakan sejumlah asam lemak dan menghasilkan air dalam etil ester, sehingga perlu proses lanjut untuk mengurangi kadar keduanya (Gambar 1).

Pengurangan kadar air dan asam lemak bebas dilakukan menggunakan teknik evaporasi sambil diaduk dan divakum dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator*. Upaya ini dilanjutkan dengan tehnik adsorbsi dengan menggunakan *bentonite*.

B. Pengujian

Jika etil ester akan digunakan sebagai minyak isolasi, maka minyak harus memenuhi sejumlah spesifikasi dari parameter-parameter listrik, fisika dan kimia, berdasarkan standar spesifikasi ASTM 6871

seperti yang tercantum dalam Tabel 1 [14]. Prosedur pengujian parameter-parameter ini mengacu kepada standar-standar yang terdapat pada kolom 4 dari Tabel 1. Sebagai contoh, prosedur pengujian warna mengacu pada standar uji ASTM D 1500. Hasil pengujian yang diinginkan adalah lebih kecil atau sama dengan 1.0. Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan hanya melibatkan tegangan tembus, viskositas, massa jenis, kadar air, angka keasaman dan stabilitas oksidasi.

Tabel 1. Standar spesifikasi dan standar uji minyak ester untuk penggunaan sebagai minyak isolasi berdasarkan ASTM D 6871.

No	Parameter	Nilai Limit	Standar Uji
Fisika			
1	Warna	Maks. 1.0	D 1500
2	Titik api, °C	Min. 300	D 92
3	Titik nyala, °C	Min. 275	D 92
4	Titik tuang, °C	Maks. -10	D 97
5	Massa jenis, 15 °C/15 °C	Maks. 0.96	D 1298
6	Viskositas Kinetik, cSt	Maks.	D 445 or D88
	100 °C	15	
	40 °C	50	
	0 °C	500	
7	Pantauan visual	Bening & jelas	D 1524
Listrik			
8	Tegangan tembus, elektroda VDE, kV	Min.	D 1816
	1 mm (0.04 in.)		
	2 mm (0,08 in.)		
9	Tegangan tembus impuls, kV, Jarum-bola, 1 in, (25,4 mm)	130	D 3300
10	Faktor disipasi, 60 Hz., %	Maks.	D 924
	25 °C	0.2	
	100 °C	4.0	
11	Gassing tendency, µL/min	0	D 2300
Kimia			
12	Belarang korosif	Tidak korosif	D 1275
13	Angka keasaman, mg KOH/g	0.6	D 974
14	Kandungan PCB	Tak terdeteksi	D 4059
15	Kadar air, ppm	Maks, 200	D 1533A

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil-hasil pengujian parameter-parameter listrik, fisika dan kimia terhadap ketiga sampel etil ester, yakni etil miristat, etil palmitat dan etil stearat adalah sebagai berikut.

A. Parameter Listrik

Ada beberapa parameter listrik yang direkomendasikan oleh standar spesifikasi minyak isolasi berbahan dasar ester alami (ASTM D 6871), tapi yang dievaluasi dalam penelitian ini hanyalah tegangan tembus. Tegangan tembus merupakan parameter listrik paling penting dalam mengevaluasi kelayakan suatu minyak untuk digunakan sebagai minyak isolasi. Tegangan tembus adalah tegangan terkecil yang diperlukan oleh suatu isolasi di antara dua buah elektroda berjarak tertentu agar mengalami tembus atau kegagalan listrik. Standar IEC 156 menggunakan jarak pasangan elektroda 2,5 mm, sedangkan standar ASTM D 1816 menggunakan jarak elektroda 2 dan 1 mm. Jenis elektroda pun bisa bermacam-macam seperti pasangan

elektroda bola, setengah bola, atau pasangan elektroda flat. Tegangan tembus juga menyatakan tegangan terbesar yang mampu ditahan oleh suatu isolasi sebelum tembus atau terjadi kegagalan listrik. Dengan demikian, semakin tinggi tegangan tembus suatu bahan, semakin baik dalam mengemban fungsi sebagai isolasi untuk memisahkan secara listrik bagian-bagian yang berbeda tegangan.

Menurut ASTM D 6871, standar tegangan tembus minyak isolasi dari sumber ester alami adalah ≥ 35 KV untuk pasangan elektroda dengan konfigurasi setengah bola. Hasil pengukuran tegangan tembus ditunjukkan dalam Tabel 2. Hasil ini merupakan nilai rata-rata dari 5 kali pengukuran sebagaimana diatur dalam standar pengujian D 1816. Tegangan tembus semua sampel etil ester yang diuji lebih besar dari 35 kV sehingga semuanya memenuhi standar spesifikasi ASTM D 6871.

Tabel 2. Parameter listrik etil ester dan perbandingan dengan standar spesifikasi ASTM D 6871.

No	Parameter Listrik	Nilai			
		ASTM D 6871	Miristat	Palmitat	Stearat
1	Tegangan Tembus, kV	≥ 35	35,7	36,2	40,0

B. Parameter Fisika

Berdasarkan standar spesifikasi minyak isolasi dari bahan ester alami ASTM D 6871 (Tabel 1), terdapat tujuh jenis parameter fisika yang direkomendasikan untuk diuji. Namun demikian, pada penelitian ini parameter fisika yang diuji hanya dua macam, yaitu viskositas kinetik dan massa jenis. Hasil pengujian kedua parameter fisika etil ester ditunjukkan dalam Tabel 3. Tampak dari Tabel bahwa viskositas semua sampel etil ester jauh lebih kecil dari 50 cSt, sehingga memenuhi standar spesifikasi ASTM D 6871. Viskositas yang jauh di bawah standar ini disebabkan karena standar D 6871 dibuat dengan mengacu pada minyak natural ester atau minyak nabati dengan struktur trigliserida atau tri-ester. Minyak tri-ester ini secara natural memiliki viskositas tinggi. Etil ester memiliki struktur monoester sehingga viskositasnya jauh lebih rendah. Viskositas yang kecil diperlukan agar minyak dapat berfungsi dengan baik sebagai media pendingin melalui proses konveksi, yaitu proses transfer panas melalui aliran dari minyak. Minyak yang telah panas bergerak menjauhi sumber panas, sedangkan bagian minyak yang dingin akan mendekati sumber panas.

Parameter fisika lain yaitu massa jenis juga memenuhi standar ASTM D 6871 sebagai minyak isolasi. Nilai massa jenis sampel etil miristat, etil palmitat dan etil stearat adalah sama di angka $0,81 \text{ mg/cm}^3$. Nilai ini lebih kecil dari 0.96 yang disyaratkan oleh standar.

Tabel 3. Parameter fisika etil ester dan perbandingan dengan standar spesifikasi ASTM D 6871.

No	Parameter Listrik	Nilai			
		ASTM D 6871	Miristat	Palmitat	Stearat
1	Viskositas kinetik, cSt	≤ 50	2,62	2,69	3,06
2	Massa jenis,	$\leq 0,96$	0,81	0,81	0,81

C. Parameter Kimia

Ada tiga jenis parameter kimia yang dievaluasi dalam penelitian ini, yaitu angka keasaman, kadar air dan stabilitas oksidasi. Hasil pengujian terhadap ketiga jenis parameter kimia tersebut ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Parameter kimia etil ester dan perbandingan dengan standar spesifikasi ASTM D 6871.

No	Parameter Listrik	Nilai			
		ASTM D 6871	Miristat	Palmitat	Stearat
1	Angka keasaman, mg KOH/g	≤ 0,6	0,4	0,4	0,2
2	Stabilitas oksidasi, mgeq	≤ 0,04	0,02	0,03	0,03
3	Kadar air, ppm	≤ 200	298,15	331,81	291,77

Angka keasaman yang dinyatakan dalam mg KOH/g, adalah berat KOH dalam miligram yang diperlukan untuk menetralkan keasaman setiap 1 gram sampel minyak. Keasaman minyak perlu dibuat sekecil mungkin untuk meminimalkan konduksi elektrik dan korosi logam, serta memaksimalkan umur pakai sistem isolasi [14]. Selain itu, keberadaan asam lemak bebas dapat menurunkan tegangan tembus minyak. Keberadaan asam lemak jenis berat molekul rendah (*low molecular weight*) berpengaruh besar terhadap tegangan tembus ester jika angka keasamannya melebihi 0,4 mg KOH/g. Asam lemak jenis berat molekul tinggi (*high molecular weight*) baru berpengaruh jika angka keasamannya melebihi 0,9 mg KOH/g [15]. Hasil pengukuran (Tabel 4) menunjukkan bahwa angka keasaman semua sampel etil ester lebih kecil dari 0,6 mg KOH/g sehingga memenuhi kriteria standar.

Stabilitas oksidasi merupakan indikasi ketahanan minyak terhadap degradasi oksidatif. Pada penelitian ini, stabilitas oksidasi direpresentasikan oleh angka peroksida. Semakin besar angka peroksida suatu minyak semakin rentan minyak tersebut terhadap reaksi oksidasi. Dengan demikian semakin kecil angka peroksida semakin tahan minyak tersebut terhadap reaksi oksidasi. Hasil pengujiannya dibandingkan dengan hasil pengujian minyak mineral, karena tidak terdapat dalam standar spesifikasi ASTM D 5871. Hasil pengujian menunjukkan bahwa angka peroksida semua sampel etil ester lebih rendah dari minyak mineral. Hal ini mengindikasikan bahwa stabilitas oksidasi Etil ester yang digunakan dalam penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan minyak mineral. Hasil ini sesuai dengan yang diharapkan, karena penggunaan asam lemak-asam lemak jenuh (miristat, palmitat dan asam stearat) dimaksudkan untuk mendapatkan minyak isolasi dengan stabilitas oksidasi tinggi.

Kadar air merupakan satu-satunya parameter etil ester dalam penelitian ini yang belum memenuhi standar spesifikasi ASTM D 6871. Nilainya masih lebih besar dari 200 ppm. Sebagaimana kadar asam, kadar air relatif rendah juga diperlukan untuk memaksimalkan tegangan tembus, meminimalkan konduksi elektrik dan korosi metal, serta memaksimalkan umur kerja sistem isolasi [14]. Upaya menurunkan kadar air masih merupakan tugas yang perlu dilakukan pada penelitian mendatang. Perbaikan terhadap kadar air diyakini akan turut meningkatkan tegangan tembus minyak.

PENUTUP

Etil ester memiliki prospek untuk digunakan sebagai minyak isolasi pada transformator. Dalam hal parameter listrik, tegangan tembus semua sampel etil ester lebih besar dari 35 kV sehingga memenuhi standar spesifikasi ASTM D6871. Demikian juga dengan parameter fisiknya. Viskositas kinetik dan massa jenis semua sampel lebih kecil dari yang dipersyaratkan oleh standar. Untuk parameter kimia, stabilitas oksidasi semua sampel etil ester menunjukkan hasil yang memuaskan. Hal ini ditunjukkan oleh angka peroksida semua sampel etil ester yang lebih rendah dari angka peroksida minyak mineral. Angka keasaman semua sampel juga menunjukkan angka yang lebih kecil dari 0,6 sehingga memenuhi standar. Satu-satunya parameter yang belum memenuhi standar adalah kadar air. Hal ini merupakan tugas yang akan dilakukan pada penelitian lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas atas Bantuan Pendanaan Penelitian Jurusan dengan kontrak No. 090/UN.16.09.D/PL/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. McShane, "Vegetable Oil Based Dielectric Coolants," IEEE Industrial Application Magazine, vol. 8, no. 3, pp. 34–41, 2002.
- [2] C. P. McShane, "Relative Properties of the New Combustion-Resistant Vegetable-Oil-Based Dielectric Coolants for" IEEE Transsaction on Industry Applications, Vol, 37, No. 4 July/August 2001.
- [3] U. Khayam and A. Rajab, "Dielectric Properties, Partial Discharge Properties, and Dissolved Gas Analysis of Ricinnus Oils as Biodegradable Liquid Insulating Materials," no. September, pp. 1249–1252, 2012.
- [4] C. C. Claiborne, E. J. Walsh and T. V. Oommen, "An Agriculturally Based Biodegradable Dielectric Fluid," in IEEE/PES T&D Conference, pp. 876-881, New Orleans, 1999.
- [5] T. V. Oommen, C. C. Claiborne and J. T. Mullen, "Biodegradable Electrical Insulation Fluids," in Electrical Insulating Conference, pp. 465-468, Chicago, 1997.
- [6] T. V. Oommen, C. C. Claiborne, E. J. Walsh, "Introduction of A New Fully Biodegradable Dielectric Fluid", Annual Textile, Fiber and Film Industry Technical Conference, 1998.
- [7] Y. Kasahara dkk., "Consideration on the Relationship Between Dielectric Breakdown Voltage and Water Content in Fatty Acid Esters", Journal of American Oil Chemist Society. Vol. 89, pp.1223–1229, 2012.
- [8] T. V. Oommen, "Vegetable oils for liquid-filled transformers," IEEE Electrical Insulation Magazine, vol. 18, no. 1, pp. 6–11, 2002.
- [9] CIGRE Working Group A2.35, "Experiences in service with new insulating liquids," no. 436, pp. 1–95, 2010.
- [10] P. Boss and T. V. Oommen, "New Insulating Fluids for Transformers Based on Biodegradable High Oleic Vegetable Oil and Ester Fluid". IEEE Colloquium on Insulating Liquids, 1999.
- [11] T. Kanoh, dkk., "Analyses of Electro-Chemical Characteristics of Palm Fatty Acid Esters as Insulating Oil", IEEE ICDL, 2008.
- [12] A. Rajab, A. Pawawoi, A. Sulaeman, and D. Mujahidin, "Studi Penggunaan Metil Ester Minyak Sawit Sebagai Isolasi cair Peralatan Listrik," J. Nas. Tek. Elektro, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2014.
- [13] A. Rajab, F. E. Putra, JS Ramadhani, M. S. I. Silitonga, R Kurniawan, K Qibran, "Filtration and water reduction of methyl ester for insulation purpose", Telkomnika 17 (6), 3183-3190
- [14] ASTM D6871, "Standard Specification for Natural (Vegetable Oil) Ester Fluids Used in Electrical," D6871 – 03, vol. 03, Reapproved 2008, pp. 1–4, 2015.
- [15] N. Aziz, "Ageing Assessment of Insulation Paper with Consideration of in-service Ageing and Natural Ester Application," PhD thesis, University of Manchester, 2012

Biodata Penulis

A. Rajab, Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 1996. Tahun 2001 memperoleh gelar Magister Teknik di jurusan Teknik Elektro Program Pascasarjana ITB, Bandung. Pada tahun 2017 mendapatkan gelar Doktor of Engineering dari Department of Electrical Engineering and Electronic, Kyushu Institute of Technology, Jepang. Saat ini bekerja sebagai dosen di jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang.

Haviz Yestian, Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang pada tahun 2021. Saat ini sedang mengikuti pelatihan persiapan kerja di Balai Latihan Kerja, Padang.

Reyhan Maulvi Pradipta, Saat ini sedang dalam proses penyelesaian tugas akhir untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang.

Tesya Uldira Septiyeni, Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang pada tahun 2021. Saat ini sedang persiapan melanjutkan studi ke tingkat Master di jurusan dan Universitas yang sama.

Nindi Anggraini, Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang pada tahun 2021.

Melda Latif, Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan pada tahun 1994. Tahun 2002 memperoleh gelar Magister Teknik di jurusan Teknik Elektro Program Pascasarjana ITB, Bandung. Saat ini bekerja sebagai dosen di jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang.

M. Imran Hamid, Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 1996. Tahun 2001 memperoleh gelar Magister Teknik di jurusan Teknik Elektro Program Pascasarjana ITB, Bandung. Pada tahun 2014 mendapatkan gelar Doktor dari Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia. Saat ini bekerja sebagai dosen di jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang.