

DESAIN ALAT PENGUKUR KEASAMAN DAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR

Fahrul¹, Beatris Anjelina Ari², Miranty¹

¹ Teknik Listrik dan Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali

² Departemen Warehouse, PT. IRNC

Corresponding Author: fahrul@pilm.ac.id

Abstrak: Transformator sangat berperan penting dalam menyalurkan listrik perusahaan besar salah satunya departemen feronikel. Pada prinsipnya nilai dari tegangan tembus pada minyak trafo akan menurun seiring dengan pembebanan pada trafo itu sendiri. Penurunan tegangan tembus minyak trafo biasanya disebabkan oleh adanya kandungan air di dalam minyak trafo akibat adanya uap udara yang masuk kemudian terkena panas di dalam trafo. Alat pengukur tegangan tembus minyak transformator yang dirancang digunakan untuk mengetahui kualitas dari minyak tersebut, apakah masih layak digunakan atau tidak sebelum terjadi kerusakan yang diakibatkan oleh minyak transformator itu sendiri. Didapatkan bahwa tegangan keluaran berbanding lurus terhadap perubahan nilai PWM dan tegangan tembus terjadi pada keseluruhan sampel minyak transformator pada jarak 4 mm pada elektroda.

Kata Kunci: Tegangan Tembus, Minyak Transformator, PWM

Abstract: Transformers play an important role in distributing electricity to large companies, one of which is the ferronickel department. In principle, the value of the breakdown voltage in transformer oil will decrease along with the load on the transformer itself. The decrease in transformer oil breakdown voltage is usually caused by the presence of water content in the transformer oil due to air vapor entering and then being exposed to heat inside the transformer. The transformer oil breakdown voltage measuring tool is designed to be used to determine the quality of the oil, whether it is still suitable for use or not before damage occurs caused by the transformer oil itself. It is found that the output voltage is directly proportional to changes in the PWM value and Breakdown voltage occurs throughout the transformer oil sample at a distance of 4 mm from the electrode

Keywords: Breakdown Voltage, Transformer Oil, PWM

A. PENDAHULUAN

Transformator adalah perangkat listrik yang dapat mengalihkan dan mengubah energi listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya menggunakan prinsip medan magnet. Penggunaan transformator sangat luas, baik dalam industri tenaga maupun elektronika. Dalam sistem tenaga listrik, transformator berfungsi untuk mengatur tegangan, entah meningkatkannya atau menurunkannya, sehingga daya yang ditransmisikan dari sumber tidak mengalami kehilangan signifikan akibat kerugian daya yang terjadi [1].

Salah satu cara paling sederhana untuk mengevaluasi kualitas minyak trafo adalah melihat warnanya. Minyak trafo yang berkualitas baik biasanya memiliki warna yang sangat jernih. Sebaliknya, minyak trafo yang sudah tidak baik akan terlihat keruh atau gelap, dan mungkin mengandung endapan atau sedimen. Saat baru, minyak trafo selalu memiliki warna yang jernih. Namun, ketika trafo mulai beroperasi dan dipanaskan, minyaknya dapat terkontaminasi oleh udara, air, debu, partikel dari isolasi kertas, karbon, dan lainnya. Kontaminasi ini dapat menyebabkan perubahan warna pada minyak trafo. Warna minyak trafo sering kali dapat menjadi indikator kondisi tegangan tembus (BDV) dan tingkat keasaman minyak trafo. Minyak yang sudah tidak baik (dengan warna keruh) dapat mengindikasikan bahwa nilai BDV dan tingkat keasaman minyak trafo juga tidak optimal.

[2] dalam penelitiannya merancang alat yang dapat memberikan informasi mengenai batasan suatu minyak pendingin transformator yang masih layak maupun tidak untuk digunakan. Informasi dari penerapan alat ini ditunjukkan oleh LCD yang dapat memberikan informasi secara otomatis. Penelitiannya menggunakan CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) DC 5TL-H5540-00 JW untuk menghasilkan tegangan AC.



Penelitian yang dilakukan [3] menghasilkan alat ukur pH dan suhu tanah berbasis mikrokontroler arduino, yang dapat merekomendasikan beberapa jenis sayuran yang cocok ditanam.

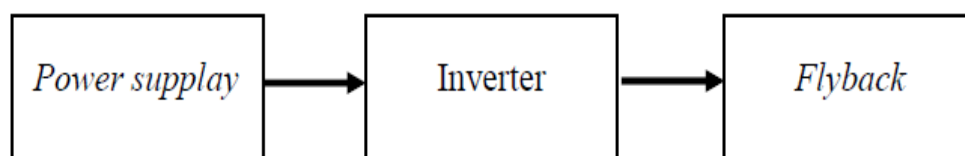
Penelitian yang dilakukan [4] dalam mendeteksi pH dengan menggunakan sensor pH-E4502C dengan sampel air tambak dan menampilkan hasil pembacaan secara realtime ditampilkan pada sebuah LCD.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh [5] menerapkan sensor pH pada elektrolizer dengan hasil yang didapatkan sensor pH tersebut dapat membaca range pH dari 1-10.

Berdasarkan hasil pengamatan di departemen feronickel, salah satu penyebab menurunnya kinerja transformator yaitu kadar keasaman (pH) tinggi dikarenakan adanya kontaminasi antara minyak transformator dengan kertas isolasi transformator serta partikel-partikel lainnya, dan tegangan tembusnya menurun seiring dengan pembebanan pada transformator. Inspeksi rutin yang dilakukan di departemen untuk transformator difokuskan pada pengecekan suhu transformator (dalam hal ini, bagian yang diukur suhunya yaitu pada bagian *bushing*), suhu ruangan, suhu oli dan tekanan air pendingin.

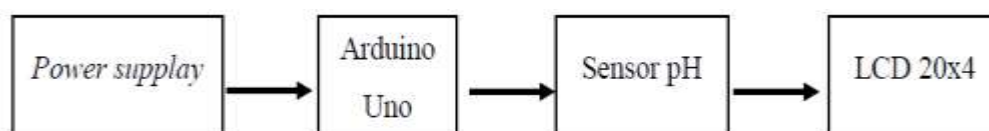
B. METODE PENELITIAN

Minyak transformator adalah cairan isolasi yang digunakan untuk memisahkan dan mendinginkan bagian-bagian dalam transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak ini harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus dan juga mampu menghilangkan panas yang dihasilkan. Dengan kedua sifat ini, minyak tersebut diharapkan dapat melindungi transformator dari gangguan dan mencegah kegagalan dalam isolasi listriknya.



Gambar 1. Skema Alat Ukur Tegangan Tembus

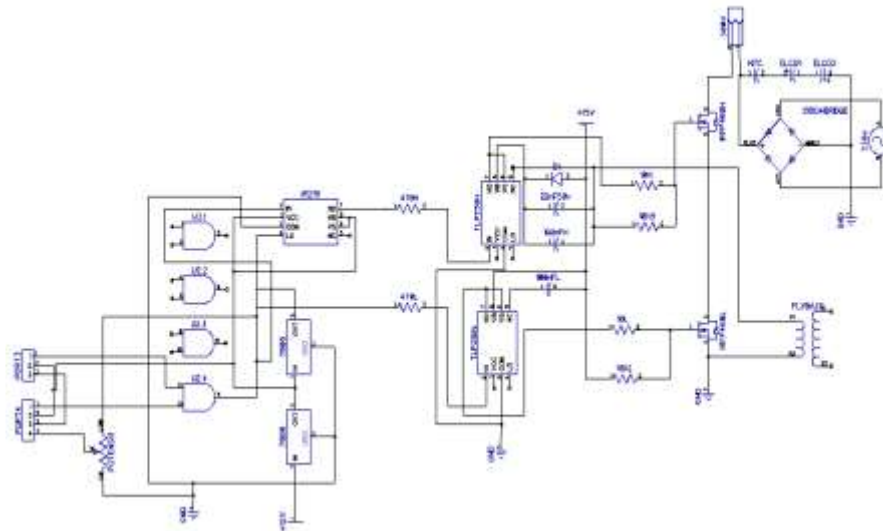
Sensor pH menggunakan 5 volt DC sebagai tegangan *input* yang selanjutnya sensor tersebut akan membaca nilai pH dari minyak transformator. Hasil dari pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD. Adapun program untuk sensor pH dalam mengukur minyak transformator menggunakan software ARDUINO IDE



Gambar 2. Skema Alat Ukur Keasaman

Alat pengukur tegangan tembus disuplai dengan tegangan 24 volt DC melalui inverter sehingga menghasilkan tegangan *output* AC. Tegangan *output* ini digunakan untuk menyuplai *Flyback* dan dilakukan hubung singkat antara anoda dan *goundingnya* yang telah dihubungkan pada anoda dan katoda elektroda yang telah dipasang pada wadah uji. *Flyback* dapat menghasilkan tegangan 25-30 kV sehingga hubung singkat dimanfaatkan untuk menghasilkan tegangan tembus dan akan diredam oleh minyak transformator untuk mengetahui kualitas dari minyak transformator tersebut. Dalam pengambilan data, PWM dari inverter diatur untuk menghasilkan tegangan yang bervariasi menggunakan potensiometer dan mengatur jarak elektroda untuk mengetahui tegangan dapat tembus di jarak berapa.

Pada pembuatan alat pengukur tegangan tembus, inverter yang digunakan merupakan inverter 1 fasa yang telah dimodifikasi dari literatur yang telah didapatkan. Adapun rangkaian inverter sebagai berikut.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Inverter

Pembuatan skema rangkaian menggunakan *software* DipTrace. Pada rangkaian 2.1 untuk membangkitkan sinyal frekuensi menggunakan arduino uno, sedangkan PWM (*Pulse Width Modulation*) didapatkan dari keluaran arduino uno yang mendapat input analog potensiometer sehingga PWM dapat diatur. Tegangan *input* arduino uno menggunakan 9v melalui output IC LM7809 dan 5v untuk potensiometer yang diambil dari *output* IC LM7805. *Output* dari sinyal PWM dan frekuensi kemudian digabungkan pada gerbang *AND* menggunakan IC 74LS08 dan *outputnya* masuk ke IC IR2111 yang dapat mengatur dua MOSFET sekaligus.

Sebelum sinyal masuk ke *gate* MOSFET, sinyal masuk ke *optocoupler* TLP 250 melalui resistor 470Ω. *Optocoupler* digunakan untuk menjaga kontak langsung antara rangkaian *driver* MOSFET dengan MOSFET itu sendiri. Adapun resistor 10Ω dan 10KΩ yang dihubung paralel sebagai pengaman dan untuk meminimalisir munculnya riak pada sinyal yang akan dikirim ke MOSFET. Pada inverter ini digunakan 2 buah MOSFET sebagai sinyal *high* dan *low* dihubung secara seri. Kaki *drain* MOSFET *high* dihubungkan pada sumber 300v dari AC regulator. Kaki *source* MOSFET untuk sinyal *high* dihubungkan pada kaki *drain* MOSFET *low* dan dihubungkan pada salah satu sisi primer *flyback*. Pada kaki *source* MOSFET sinyal *low* dihubung pada *grounding* dan salah satu sisi primer *flyback*, sedangkan pada sisi sekunder *flyback* akan dihubung singkat melalui elektroda yang dipasang pada wadah minyak transformator.

C. HASIL PENELITIAN

1. Pengujian Tegangan Tembus

Digunakan 3 (tiga) jenis sampel pada penelitian ini. Yaitu minyak transformator dengan kondisi keruh, yang telah digunakan pada transformator. Kemudian minyak transformator dengan kondisi bening tetapi juga telah digunakan pada transformator. Dan yang terakhir adalah minyak transformator dengan kondisi baru dan belum digunakan pada transformator. Pengujian dilakukan dengan jarak elektroda yang bervariasi. Data yang didapatkan disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Pengukuran tegangan tembus dengan jarak elektroda bervariasi

No.	Jarak Elektroda	Sampel	Input Voltage	PWM (%)	Breakdown Voltage /1cm (kV)	Keterangan
1.	10 mm	Keruh	24	29,79	8,937	Tembus
		Bening		100	-	Tidak Tembus
		Baru		100	-	Tidak Tembus
2.	8 mm	Keruh	24	15,93	4,799	Tembus
		Bening		100	-	Tidak Tembus
		Baru		100	-	Tidak Tembus
3.	6 mm	Keruh	24	14,42	4,326	Tembus
		Bening		100	-	Tidak Tembus
		Baru		100	-	Tidak Tembus
4.	5 mm	Keruh	24	16,81	5,043	Tembus
		Bening		100	-	Tidak Tembus
		Baru		100	-	Tidak Tembus
5.	4 mm	Keruh	24	13,63	4,089	Tembus
		Bening		21,54	6,462	Tembus
		Baru		97,42	29,226	Tembus
6.	2 mm	Keruh	24	7,79	2,337	Tembus
		Bening		8,76	2,628	Tembus
		Baru		9,09	2,727	Tembus

Ketiga minyak trafo yang diuji pada rancangan alat ini yang merupakan sampel minyak trafo yang diambil dari pabrik tempat penulis magang namun, minyak tersebut belum dilakukan pengujian pada alat *megger* sehingga tidak dapat dilakukan pengkalibrasian alat. Pengukuran tegangan *output flyback* tidak dapat dilakukan dikarenakan keterbatasan alat uji yang tersedia.

Karena keterbatasan alat uji yang tersedia, sehingga nilai tegangan keluaran tidak dapat dilakukan pengukuran. Nilai tegangan PWM 100% diambil acuan dari nilai tegangan kerja *flyback* yaitu 25-30 kV.

2. Pengujian Keasaman Minyak Transformator

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan dua jenis sampel berbeda yaitu, minyak transformator dan air. Sampel air digunakan untuk menentukan tingkat keakurasian sensor pH dalam membaca nilai pH suatu larutan dengan bantuan kertas lakmus dan pH meter untuk membandingkan hasil pembacaan sensor. Sedangkan minyak transformator digunakan untuk mengetahui apakah sensor pH dapat membaca nilai dan status pH larutan tersebut dengan baik.



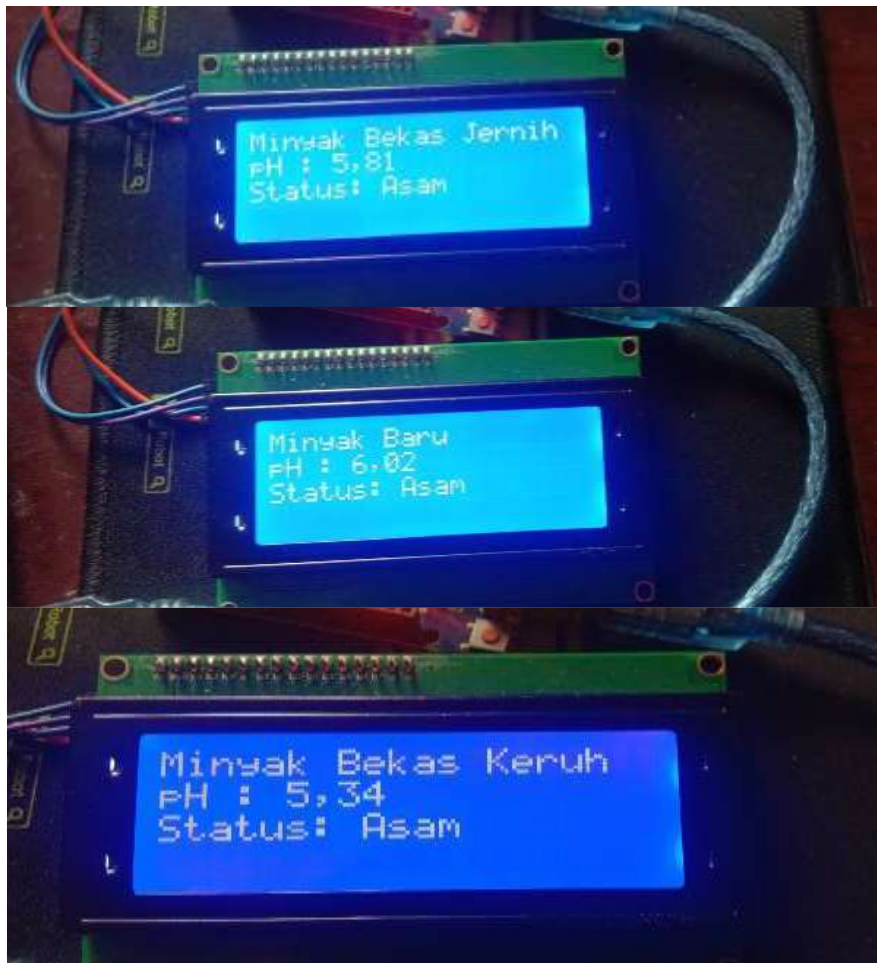
(a)



(b)

Gambar 3. Alat Pengukur Keasaman yang telah dirancang.

Dari ketiga pengujian sampel minyak transformator, didapatkan bahwa ketiga sampel tersebut dikategorikan bersifat asam. Hal ini menunjukkan bahwa sensor pH dapat membaca nilai pH dari minyak transformator yang diuji dan berhasil menampilkan informasi yang diperlukan pada LCD.



Gambar 4. Pengujian Keasaman Minyak Transformator

Pada sampel pertama, minyak bekas dan jernih nilai pH dari pembacaan sensor yaitu 5.01, pada sampel kedua, minyak baru terbaca nilai pH 6.02, sedangkan sampel ketiga menampilkan nilai pH 5.34. Minyak transformator baru ummemiliki nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan minyak yang telah digunakan atau bekas karena minyak transformator baru tidak mengalami kontaminasi dengan partikel atau zat yang membuat minyak transformator menjadi asam mengalami perubahan warna. Namun karena pembersihan wadah uji tidak dilakukan dengan baik, sehingga sampel minyak sedikit terkontaminasi dengan sampel minyak lainnya.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa poin penting, yaitu:

1. Telah dibuat sebuah alat yang dapat mengukur tegangan tembus maupun pH pada minyak tranformator, baik yang telah digunakan, maupun belum pernah digunakan.
2. Didapatkan pada alat yang dirancang, tegangan tembus pada minyak transformator baru mulai terjadi pada jarak antara kedua elektroda sejauh 4 mm.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Politeknik Industri Logam Morowali dan Politeknik Manufaktur Bandung, “Modul Ajar Transformator”, Morowali 2018.
- [2] : Suhada, M, Ramdan, D, Harahap, U. (2019). Rancang bangun sistem uji tegangan tembus kualitas minyak pendingin transformator menggunakan rangkaian capacitor discharge ignition (cdi). JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering). 3 (1): 53-64.
- [3] PLN. “Analisa dan Penaksiran Kondisi Kesehatan Trafo Distribusi”, 2012.
- [4] Saputra, Galih & Endra, Robby. (2020). Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak. 10.13140/RG.2.2.32110.84809.
- [5] Desmira, D. A., & Pratama, R. (2018). PENERAPAN SENSOR pH PADA AREA ELEKTROLIZER DI PT. SULFINDO ADIUSAHA. *Jurnal PROSISKO Vol, 5(1)*.