



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Rancangan Sistem Logger Data Inspection Dari Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi

Fadhli Palaha^a, Machdalena^b, Ermawati^c, Fahmi Alkodri^d

^{a,b,c,d}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara No.4 Arengka Raya, Pekanbaru, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 15 Desember 2023

Revisi Akhir: 25 Desember 2023

Diterbitkan *Online*: 29 Desember 2023

KATA KUNCI

Transformator Distribusi,

Inspeksi,

System,

Web

KORESPONDENSI

Telepon: +6281371137720

E-mail: fadhlyyy@yahoo.com

A B S T R A C T

Transformator distribusi komponen sistem pembangkit listrik sehingga perlu adanya inspeksi dan *maintenance* rutin secara berkala untuk menjaga kualitas dan umur dari transformator distribusi, dalam pelaksanaan inspeksi para petugas melakukan pengecekan, pemeriksaan dan menganalisa data secara manual yang kemudian dibuat dalam laporan secara tertulis tentu hal ini tidak efisien dari segi waktu dan ekonomis karena membutuhkan waktu lama dalam membuat laporan dan kertas yang harus selalu dibawa kelapangan maka diperlukan sebuah sistem berbasis aplikasi web sebagai penginputan data, analisa otomatis dan menghasilkan laporan secara *softcopy* untuk mempermudah petugas dalam menginputkan data inspeksi ketika dilapangan dan membuat laporan secara otomatis, pada penelitian ini telah dirancang sebuah sistem aplikasi web memiliki 5 Form yaitu form *login*, form beranda (halaman utama), form *input* data, form *output* dan form tentang untuk menampilkan informasi sistem, dari hasil pengujian dan analisa perbandingan antara sistem dengan teori dapat disimpulkan bahwa hasil analisa efisiensi, diketahui nilai persentase pada masing-masing transformator tersebut berdasarkan data inspeksi berada pada range >99% sampai dengan 99.98 %, kemudian hasil analisa perbandingan nilai antara perhitungan secara manual dengan sistem terdapat nilai rata-rata error > 0% dan < 0.7% sehingga tingkat akurasi analisa perhitungan sistem > 99.4 %, perbedaan nilai yang terjadi antara manual dengan sistem hanya selisih < 1 % sehingga masih dalam batas toleransi perhitungan, maka dapat dilihat bahwa sistem yang dirancang dapat digunakan untuk membantu, mempermudah dan memperlancar kegiatan inspeksi oleh petugas

1. PENDAHULUAN

Transformator distribusi merupakan peralatan tenaga listrik yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dari tegangan menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi.

<https://doi.org/10.35583/js.v11i2.221>

Berdasarkan fungsi nya perlu menjaga kualitas dan performa transformator distribusi untuk menjaga kesehatan dan umur transformator dengan melakukan inspeksi (pengecekan) secara berkala dan *maintenance* demi kepuasan pelayanan masyarakat terhadap kebutuhan energi listrik dimana hasil pengecekan maupun pemeliharaan dibuat dalam bentuk tertulis pada kertas

[Attribution-NonCommercial 4.0 International](#). Some rights reserved

yang telah disediakan, dimana didalam kertas tersebut terdapat indikator dan kriteria-kriteria maupun langkah-langkah setiap kegiatannya dan akan diserahkan ke bagian management PLN sebagai data laporan lapangan, hal ini tentunya kurang efisien karena membutuhkan banyak kertas dan salinan laporan yang disimpan dan didokumentasikan, dan pada saat pihak management ingin melakukan pengecekan data-data laporan sebagai evaluasi akan membutuhkan waktu yang lama.

Maka untuk itu perlu dibangun sebuah *system logger* data inspeksi ketidakseimbangan beban trafo dan rugi-rugi daya pada trafo distribusi PLN menggunakan *Form* website untuk menginput data pemeriksaan dilapangan, untuk mempermudah petugas *maintenance* dalam menginputkan data hasil pengecekan dilapangan, dan disimpan kedalam *database* sebagai data laporan, sehingga Management PLN dapat dengan mudah melakukan evaluasi, atau melihat hasil laporan dari lapangan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi Tenaga Listrik adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen.[1 - 5]

2.2. Jaringan distribusi

Sistem distribusi ini dapat di kelompokkan kedalam dua tingkat yaitu : Sistem jaringan distribusi primer A) Jaringan distribusi primer adalah bagian dari sistem distribusi tenaga listrik diantara gardu induk dan gardu distribusi B) Sistem Jaringan Distribusi Sekunder Jaringan distribusi sekunder merupakan bagian dari sistem distribusi tenaga listrik dimana jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik. [1 - 5]

2.3. Jaringan distribusi

Sistem distribusi ini dapat di kelompokkan kedalam dua tingkat yaitu : Sistem jaringan distribusi primer [1 - 5]

- Jaringan distribusi primer adalah bagian dari sistem distribusi tenaga listrik diantara gardu induk dan gardu distribusi
- Sistem Jaringan Distribusi Sekunder Jaringan distribusi sekunder merupakan bagian dari sistem distribusi tenaga listrik dimana jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga Listrik

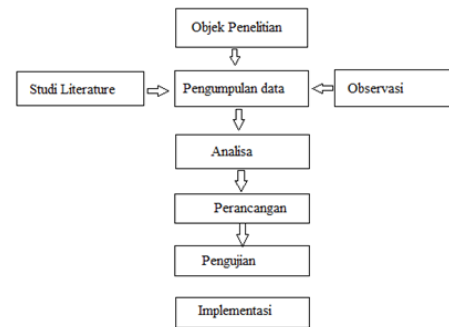
2.4. Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang digunakan untuk mentransformasikan daya atau energi listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah. Prinsip kerja suatu transformator adalah induksi bersama (mutual induction) antara dua rangkaian yang dihubungkan oleh fluks magnet. Dalam bentuk yang sederhana,

transformator terdiri dari dua buah kumparan yang secara listrik terpisah tetapi secara magnet dihubungkan oleh suatu alur induksi. [1 - 5]

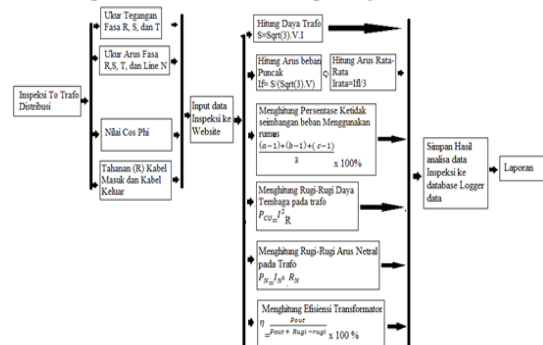
3. METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada bagan alir metodologi penelitian pada Gambar.



Gambar 1 Bagan Alir metodologi Penelitian

Analisa data dilakukan setelah pengambilan data di PT. PLN (Persero) Rayon Panam Pekanbaru. Data-data yang diperoleh diubah kedalam bentuk matematis dan dianalisis menggunakan persamaan yang telah ada kemudian diinputkan kedalam sistem web untuk disimpan kedalam *database* sebagai data logger. Dapat dilihat alur kerja inspeksi trafo distribusi oleh petugas dan sistem untuk menentukan persentase ketidakseimbangan beban trafo dan rugi-rugi daya berdasarkan data hasil inspeksi yang diinputkan pada sistem dan disimpan kedalam *database* pada gambar 2:



Gambar 2 Alur Kerja Inspeksi dan Sistem Logger

3.1. Kebutuhan Data

Kebutuhan data dilakukan untuk mengetahui data-data yang diperlukan dalam penelitian ini seperti data arus pada fasa R, S, dan T, kemudian data tegangan dimasing-masing fasa, data tahanan resistansi dan data daya input dan output pada transformator, berikut bentuk table kebutuhan data yang akan digunakan

3.1.1 Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut: [1 - 5]

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (1)$$

dimana:

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi primer transformator (kV)

I = arus jala-jala (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (full load) dapat menggunakan rumus :

$$I_f = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (2)$$

3.1.2 Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Transformator

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalir arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan kan losses (rugi-rugi). Losses pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut: [1 - 5]

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \quad (3)$$

dimana:

P_N = losses pada penghantar netral trafo (watt)

I_N = arus yang mengalir pada netral trafo (A)

R_N = tahanan penghantar netral trafo (Ω)

Sedangkan losses yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (ground) dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G \quad (4)$$

dimana:

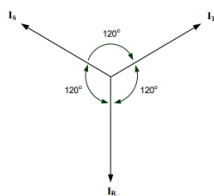
P_G = losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (watt)

I_G = arus netral yang mengalir ke tanah (A)

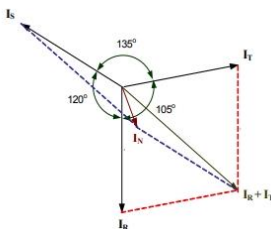
R_G = tahanan pembumian netral trafo (Ω)

3.1.3 Beban Tidak Seimbang

keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana : • Ketiga vektor arus / tegangan sama besar. • Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain. Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. [1 - 5]



Gambar 3 Vektor Diagram Arus dalam keadaan seimbang



Gambar 4 menunjukkan vektor diagram arus yang tidak seimbang.

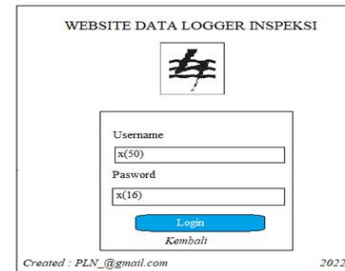
Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) tidak sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya. [1 - 5]

3.2 Perancangan Website

Pada perancangan ini bertujuan untuk mendesain interface (tampilan) website sebagai sistem logger data inspeksi, terdapat 5 halaman website yang akan dibangun yaitu: halaman login, halaman utama, halaman input data inspeksi dan halaman output

3.3.1 Halaman Login

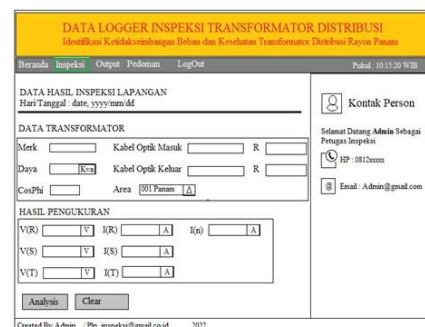
Halaman login ini berfungsi sebagai penginputan data username dan password yang terdaftar pada database untuk memproteksi sistem dari gangguan pengguna yang tidak diijinkan, dimana halaman login akan tampil diawal ketika website diakses



Gambar 5 Tampilan halaman login

3.3.1 Halaman input data inspeksi

Halaman inspeksi berfungsi untuk menginputkan data hasil inspeksi transformator distribusi berupa pengukuran tegangan pada R,S,T dan Arus pada masing-masing fasa sekaligus arus yang mengalir pada netral sebagai indikator rugi-rugi daya, serta data transformator distribusi berupa merk, daya, kabel optik masuk dan keluar yang digunakan, Nilai CosPhi dan tahanan masing-masing kabel yang digunakan, kemudian lokasi transformator distribusi yang di inspeksi oleh petugas, pada halaman inspeksi terdapat 2 buah *Button* yang berfungsi untuk perintah untuk menganalisa data input untuk melihat persentase nilai ketidakseimbangan beban, beban puncak dan rugi-rugi daya yang terjadi pada trafo tersebut, *button clear* digunakan untuk menghapus data input pada halaman.



Gambar 6 Tampilan halaman input data inspeksi

3.3.2 Halaman output

Halaman output berfungsi untuk menampilkan hasil analisa data inspeksi yang disimpan kedalam database sebagai data logger berdasarkan pilihan data yang dipilih pada *combobox*, untuk menampilkan data kedalam tabel pada halaman output yaitu dengan memilih data yang akan ditampilkan, kemudian memilih data berdasarkan

Tanggal, bulan, tahun, atau waktu, kemudian memilih Area trafo distribusi, lalu menekan *button* "Show" untuk menampilkan data

Gambar 7 Tampilan halaman output

3.3.3 Halaman Pedoman

Halaman pedoman berfungsi untuk menampilkan informasi, SOP dan Panduan dalam melakukan kegiatan inspeksi, serta pengenalan komponen-komponen trafo, adapun bentuk rancangan tampilan halaman pedoman pada sistem dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini

Gambar 8 Rancangan tampilan halaman pedoman

3.3.1 Perancangan laporan

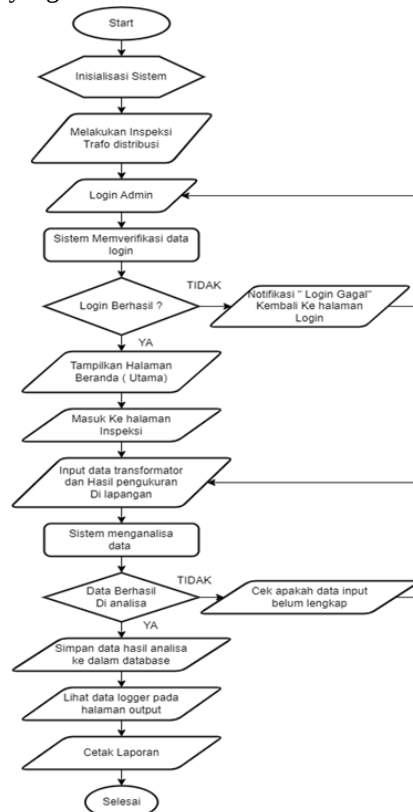
Laporan yang dihasilkan oleh sistem berupa file berformat PDF yang tersimpan didalam folder komputer sehingga dapat dicetak kedalam kertas sebagai laporan kegiatan inspeksi oleh petugas, adapun bentuk rancangan laporan dapat dilihat pada gambar 9

Gambar 9 Rancangan tampilan laporan

3.3. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan ketika semua tahapan proses selesai dirancang serta telah dilakukan pengujian terhadap sistem yang dibangun kemudian dilakukan implementasi dengan menginputkan data inspeksi kedalam sistem dan melihat hasil analisa yang telah

disimpan kedalam *database* sebagai data *logger*, lalu melakukan perbandingan dengan hasil analisa secara manual dengan hasil analisa oleh sistem untuk mendapatkan sebuah kesimpulan hasil implementasi sistem, berikut *flowchart* gambaran alur implementasi sistem yang akan dilakukan



Gambar 10 FlowChart Sistem

Pada gambar 10 diatas adalah merupakan *FlowChart* sistem untuk menggambarkan alur kerja petugas dan sistem pada saat melakukan kegiatan inspeksi, dimulai dari menginisialisasikan sistem untuk siap digunakan, kemudian petugas melakukan inspeksi dilapangan untuk mendapatkan data transformator dan hasil pengukuran tegangan dan arus pada masing-masing fasa berupa Vr (Tegangan Fasa R), Vs (Tegangan Fasa S), Vt (Tegangan Fasa T), Ir (Arus pada fasa R), Is (Arus pada fasa S), It (Arus pada Fasa T), dan In (Arus pada fasa Netral), setelah data hasil inspeksi didapatkan lalu petugas melakukan login admin untuk mengakses halaman web pada sistem, ketika *login* berhasil maka sistem menampilkan halaman utama (beranda) dilanjutkan dengan mengakses halaman inspeksi untuk menginputkan data inspeksi yang telah didapatkan dan sistem melakukan analisa terhadap data yang diinputkan, ketika data berhasil di analisa maka sistem secara otomatis akan menyimpan kedalam *database* sebagai data *logger*, hasil analisa yang telah disimpan kedalam *database* dapat dilihat oleh petugas pada halaman output dengan memilih jenis data yang ditampilkan pada halaman tersebut, adapun hasil analisa pada sistem berupa nilai daya beban, daya input, nilai rata-rata beban puncak, nilai persentase beban

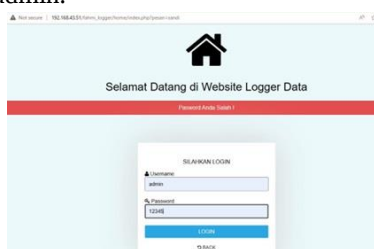
puncak, nilai ketidakseimbangan beban, nilai rata-rata ketidakseimbangan beban dari masing-masing fasa, nilai persentase ketidakseimbangan beban, nilai rugi-rugi daya dan besaran efisiensi transformator akibat rugi-rugi daya yang terjadi pada trafo, setelah petugas berhasil menginputkan data hasil inspeksi dan sistem berhasil melakukan analisa dan menyimpan data kedalam *database*, maka petugas dapat mencetak laporan dari system`

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi berupa penginputan data inspeksi transformator, kemudian menampilkan hasil analisa ketidakseimbangan, rugi-rugi daya dan efisiensi trafo yang dilakukan oleh sistem, dalam pengujian terhadap hasil laporan dan membandingkan data hasil analisa sistem dengan perhitungan secara manual, data yang digunakan merupakan data transformator distribusi PT PLN Persero Rayon Panam F.sukakarya, merk trafo yang digunakan adalah Trafindo 160 Kva, Sintra 160 Kva, Unindo 160 Kva, dan Trafindo 100 KVA

4.1. Hasil Pengujian Login Admin

Pada pengujian ini penulis melakukan akses sistem ke alamat “https:192.168.43.51/fahmi_logger/home/index.php” untuk menampilkan website sistem *logger* kemudian menginputkan username dan password kedalam *Form* login admin dan menekan *button* login, tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah *Form* login dapat memproteksi sistem dari akses pengguna yang tidak diijinkan atau tidak terdaftar, berikut gambar hasil pengujian login admin.



Gambar 11 Hasil pengujian login admin dengan akun yang salah

Dari gambar 11 dapat dilihat hasil pengujian login admin dengan akun yang salah, dimana *Form* login dapat mendeteksi akun yang tidak terdaftar pada *database* dan memproteksi sistem, adapun hasil pengujian kita pengguna sukses melakukan login sebagai berikut:



Gambar 12 Hasil pengujian login sukses dan menampilkan Form beranda

Permasalahan yang berkaitan dengan aplikasi Steganografi untuk penyisipan pesan yaitu pada penyisipan pesan pada teks, gambar, suara dan video. Adapun penyisipan pada pesan teks berformat (pdf dan doc), pada file gambar berformat (jpg, png, bmp dan gift), pada file suara berformat (mp3, wav dan wma), serta pada file video berformat 3gp. Dalam pengumpulan data aplikasi ini menggunakan cara studi pustaka yakni mengumpulkan data dan informasi dari buku teks dan internet yang berkaitan dengan pembuatan aplikasi Steganografi tersebut. Untuk keamanan pesan, Steganografi memiliki tiga cara kerja yaitu hidden text, algoritma penyisipan dan algoritma pendeteksian. Sesuai dengan tujuan Steganografi itu sendiri yaitu menyembunyikan isi pesan, maka dibutuhkan sebuah aplikasi Steganografi untuk penyisipan pesan.

Analisis Steganografi dilakukan dengan memodifikasi bit-bit yang termasuk bit pada setiap byte warna pada sebuah pixel. Bit-bit ini akan dimodifikasi dengan menggantikan setiap bit yang ada dengan bit bit informasi lain yang ingin disembunyikan. Setelah semua bit informasi lain menggantikan bit di dalam file tersebut, maka informasi telah berhasil disembunyikan. Ketika informasi rahasia tersebut ingin kembali dibuka, maka bit-bit yang sekarang ada, diambil satu per satu kemudian disatukan kembali menjadi sebuah informasi yang utuh seperti semula. Penentuan bit-bit dilakukan secara berurutan, mulai dari byte awal sampai byte terakhir sesuai panjang dari data rahasia yang akan disembunyikan. Mengubah bit hanya mengubah nilai byte satu lebih tinggi atau satu lebih rendah dari nilai sebelumnya tidak berpengaruh terhadap persepsi visual/auditori. Untuk proses analisis penyisipan pesan informasi pada media citra menggunakan metode steganografi terdapat dua proses

4.2. Hasil pengujian data inspeksi Trafo Distribusi

Pengujian ini dilakukan dengan menginputkan data inspeksi trafo distribusi ke *Form* inspeksi pada sistem, adapun data yang diinput yaitu merk transformator, daya, *Cosphi*, tipe kabel optic yang digunakan, tahanan kabel, tegangan RST, dan Arus RSTN, kemudian menekan *button* “Simpan” untuk menyimpan data inspeksi ke *database*, dimana sebelum di simpan, data tersebut diolah oleh sistem dengan melakukan analisa ketidakseimbangan, rugi-rugi, dan efisiensi trafo, dan hasil input data inspeksi yang tersimpan didalam *database* dapat dilihat pada informasi tabel di bawah *Form* tersebut hasil pengukuran transformator distribusi

yang akan diinputkan kedalam sistem melalui *Form* inspeksi untuk mengetahui persentase beban tidak seimbang, rugi-rugi daya, dan efisiensi dari trafo tersebut, berikut gambar pengujian input data pada sistem

Gambar 13 Pengujian input data inspeksi 1

Setelah data inspeksi di input melalui *Form* inspeksi seperti pada gambar 4.3 diatas maka selanjutnya menekan button “Simpan” untuk memulai sistem menganalisa data inspeksi dan menyimpan data

4.3. Hasil perhitungan

perhitungan manual untuk mengetahui nilai beban puncak, arus rata-rata, persentase beban puncak, lalu nilai a, b dan c untuk mengetahui nilai rata-rata ketidakseimbangan, persentase ketidakseimbangan, daya aktif, rugi-rugi daya, persentase rugi-rugi, daya output, dan efisiensi trafo berdasarkan data inspeksi pengukuran trafo yang telah diinput kedalam *database*, hasil perhitungan manual akan dibandingkan dengan hasil analisa sistem untuk mendapatkan persentase error dan akurasi dari sistem tersebut, berikut data hasil inspeksi trafo yang digunakan terlampir pada tabel 1:

Tabel 1 Data transformator

Merk & Kode Trafo	Daya Trafo (KVA)	Tegangan (Volt)			Arus (Ampere)			
		R-S	R-T	S-T	I _R	I _S	I _T	I _n
PN59Trafindo	160	390	390	390	100	60	38	50
Trafindo PN68	160	400	400	400	100	63	42	56
Unindo PN209	160	402	407	399	101	95	74	49
Sintra PN429	160	390	390	382	56	65	57	6
Trafindo PN435	100	390	390	382	44	32	41	10

Untuk melakukan analisa hasil terhadap pengukuran trafo trafindo 160 KV dengan kode PN59 menggunakan perhitungan secara manual kemudian dilakukan perbandingan antara hasil analisa sistem dengan hasil perhitungan secara manual untuk mengetahui error persentase dan tingkat akurasi sistem dengan persamaan rumus sebagai berikut:

1. Analisa beban puncak

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I_f = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (5)$$

2. Analisa rugi-rugi daya

Rugi-rugi daya disebabkan adanya arus netral pada trafo sebesar $I_n = 50$ A sehingga untuk mengetahui

besaran rugi-rugi daya yang terdapat pada trafo menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$P_n = I_n^2 \times R_n \quad (6)$$

Dan persentaser rugi-rugi daya adalah

$$\frac{P_n}{P} \times 100\% \quad (7)$$

3. Analisa efisiensi

Analisa efisiensi dilakukan untuk mengetahui nilai persentase efisiensi trafo berdasarkan daya *output* (*Pout*) dan daya *input* (*Pin*) dimana nilai *Pout* dapat dihitung menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (8)$$

Tabel 2 Hasil Analisa pengukuran trafo 160 KV Kode PN59

Analisa	Hasil Manual	Hasil Sistem	Error %
Beban puncak	236.86 A	237.14 A	0.12
Arus rata-rata	66 A	66 A	0
% beban puncak	27.83 %	27.83 %	0
% ketidakseimbangan	34.66 %	34.33 %	0.95
Rugi-rugi daya	1.262 KW	1.262 KW	0
% Rugi-rugi daya	0.92 %	0.92 %	0
Daya output	65.199	65,856 KW	1.0
Efisiensi	98 %	100 %	2.04

Tabel 3 Hasil Analisa pengukuran trafo 160 KV Kode PN68

Analisa	Hasil Manual	Hasil Sistem	Error %
Beban puncak	236.86 A	231.21 A	2.4
Arus rata-rata	68.33 A	68.33 A	0
% beban puncak	28.84 %	29.55 %	2.5
% ketidakseimbangan	31 %	31 %	0
Rugi-rugi daya	1.583 KW	1,583 KW	0
% Rugi-rugi daya	1.16 %	1.16 %	0
Daya output	69464	69464	0
Efisiensi	97.77 %	97.77 %	0

Tabel 4 Hasil Analisa pengukuran trafo 160 KV Kode PN209

Analisa	Hasil Manual	Hasil Sistem	Error %
Beban puncak	229.79	230.06 A	0.1
Arus rata-rata	90 A	90 A	0
% beban puncak	39.16 %	39.12 %	0.10
% ketidakseimbangan	12 %	12 %	0
Rugi-rugi daya	0.557	0.557 KW	0
% Rugi-rugi daya	0.41 %	0.41 %	0
Daya output	91951	92259	0.33
Efisiensi	99.4 %	99.4 %	0

Tabel 5 Hasil Analisa pengukuran trafo 160 KV Kode PN429

Analisa	Hasil Manual	Hasil Sistem	Error %
Beban puncak	236.86 A	237.14 A	0.12
Arus rata-rata	59.33 A	59.33 A	0
% beban puncak	25.04 %	25.02 %	0.9
% ketidakseimbangan	6.67 %	6.67 %	0
Rugi-rugi daya	0.012 KW	0.012 KW	0
% Rugi-rugi daya	0.01 %	0.01 %	0
Daya output	59004	59004	0
Efisiensi	99.98 %	99.98 %	0

Tabel 4.12 Hasil Analisa pengukuran trafo 160 KV Kode PN435

Analisa	Hasil Manual	Hasil Sistem	Error %
Beban puncak	148.21 A	148.21 A	0
Arus rata-rata	39 A	39 A	0
% beban puncak	26.31 %	26.31 %	0
% ketidakseimbangan	12 %	12 %	0
Rugi-rugi daya	0.054 KW	0.054 KW	0
% Rugi-rugi daya	0.06 %	0.06 %	0
Daya output	38786	38786	0
Efisiensi	99.86 %	99.86 %	0

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian data inspeksi transformator distribusi melakukan perbandingan nilai hasil analisa antara perhitungan teori dengan sistem dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Form login* dapat memproteksi sistem dari akses pengguna yang tidak diijinkan, serta dapat memberikan notifikasi *alert* ketika pengguna tidak menginputkan akun *username* dan *password* secara benar atau tidak terdaftar didatabase.
2. *Form input* data inspeksi dapat menampilkan data yang diinput dan menganalisa data secara otomatis serta dapat menyimpan data inspeksi yang telah dianalisa kedalam *database* sebagai *logger* data inspeksi, kemudian menampilkan data yang telah tersimpan kedalam tabel informasi yang terdapat pada *Form* tersebut.
3. *Form output* dapat menampilkan data yang tersimpan pada *database* dan melakukan filter sesuai dengan kata kunci yang dipilih oleh admin, kemudian mengubah *Format* data kedalam bentuk laporan yang tersimpan kedalam *directory* perangkat.
4. Hasil analisa data inspeksi transformator, persentase beban puncak tertinggi adalah 39.12% pada transformator 160KVA dengan Kode PN209, dan nilai persentase beban puncak terendah adalah 25.02% pada transformator 160KV PN429, hal ini di pengaruhi oleh besar dan kecil nya arus yang mengalir pada masing-masing fasa Ir, Is dan It. sedangkan untuk persentase ketidakseimbangan beban tertinggi adalah 34.33% pada transformator 160KVA PN59, sedangkan yang terendah adalah 6.67% pada transformator 160KVA PN429, besar kecil nya persentase ketidakseimbangan beban pada transformator dipengaruhi oleh perbedaan arus beban yang mengalir pada fasa Ir, Is dan It.
5. Rugi rugi daya terjadi karena adanya arus yang mengalir pada fasa netral (*In*), sehingga semakin besar nilai *In* maka semakin besar pula rugi-rugi daya pada transformator begitu pula sebaliknya, dimana pada transformator 160KVA PN59 terukur arus netral sebesar 50 A sehingga rugi-rugi daya yang timbul pada transformator adalah sebesar 1.262 KW, sedangkan pada transformator 160KV PN 68 terukur arus netral (*In*) sebesar 56 A sehingga rugi-rugi daya yang terjadi adalah 1.583 KW, kemudian pada transformator 160KVA PN429 terukur arus netral sebesar 6A sehingga rugi-rugi daya pada transformator tersebut adalah 0.012 KW.
6. Hasil analisa efisiensi, diketahui nilai persentase pada masing-masing transformator tersebut berdasarkan data inspeksi berada pada range >99% sampai dengan 99.98%. sedangkan hasil perbandingan nilai antara perhitungan secara teori dengan sistem terdapat nilai rata-rata error > 0% dan < 0.7% sehingga tingkat akurasi analisa perhitungan sistem >99.4%, perbedaan nilai yang terjadi antara manual dengan sistem tidak begitu besar hanya selisih <1 hal ini terjadi karena adanya nilai batas angka dibelakang koma pada sistem

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. P. Rahayu and B. Setiadi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban pada Sistem Instalasi 3-Fasa Berbasis Mikrokontroler," *Pros. Ind. Res. ...*, pp. 13–14, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/4318>
- [2] I. G. Budiyasa, I. W. Artha Wijaya, and T. G. Indra Partha, "Rugi – Rugi Daya Akibat Pengaruh Ketidak Seimbangan Beban Terhadap Arus Netral Pada Efektifitas Penggunaan Daya Terpasang," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 260, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p29.
- [3] J. Sentosa Setiadji, T. Machmudsyah, and Y. Isnanto, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, 2008, doi: 10.9744/jte.7.2.68-73.
- [4] Muliadi, Syukri, T. M. Asyadi, and A. Salim, "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi Penyulang Mibo Rayon Merduati," *Aceh J. Electr. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 7–12, 2022.
- [5] R. Tandioaga and M. Mulyadi, "TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR TIGA FASA DI PT . PLN (Persero) RAYON MAKASSAR TIMUR , PENYULANG KIMA," 2014.
- [6] P. Mandarani, "Perancangan Aplikasi Sistem Monitoring Beban Trafo Berbasis Android Pada Pt. Pln (Persero)," *J. Teknoif Tek. Inform. Inst. Teknol. Padang*, vol. 9, no. 2, pp. 73–81, 2021, doi: 10.21063/jtif.2021.v9.2.73-81.
- [7] M. B. Tri, "Perancangan Sistem Informasi Management Siswa Berprestasi Berbasis

- Android Pada Smk Pgri Rawalumbu,” *J. Sains Teknol. Fak. Tek.*, vol. X, no. 2, pp. 30–39, 2020.
- [8] S. Utomo, A. A. Nugroho, and M. Khosyi'in, “Sistem Tapping Fasa Keseimbangan Beban Berbasis Internet of Things,” *Avitec*, vol. 4, no. 2, p. 165, 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1283.
- [9] O. Zebua, E. Komalasari, S. Alam, and A. Aldiansyah, “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Berbasis Internet of Things,” *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 146–152, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2203.
- [10] D. Pratama and A. Asnil, “Sistem Monitoring Panel Surya Secara Realtime Berbasis Arduino Uno,” *MSI Trans. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–32, 2021, doi: 10.46574/mted.v2i1.46.
- [11] A. B. Pulungan and S. R. Putri, “Data Logger berbasis IC Multiplexer untuk Pengukuran Arus dan Tegangan pada Panel Surya Skala Besar,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 1, p. 151, 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i1.116822.
- [12] R. Putri, D. Pratama, A. Hasibuan, M. Abdul Muthalib, and N. Sitti Nurfebruary, “Evaluation of Technical Shrinkage of Express Extension PL 03 and LW 09 at PLN Lhoksukon Using ETAP Software,” *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 88–96, 2023, doi: 10.52088/ijesty.v3i2.458.
- [13] F. Salafa, L. Hayat, and M. Anwar, “Jurnal Riset Rekayasa Elektro,” *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [14] E. SETIAWAN, G. ANINDITA, A. SYAHID, and I. RACHMAN, “Monitoring Keseimbangan Distribusi Beban Transformator untuk Meminimalisasi Terjadinya Rugi Energi,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 7, no. 2, p. 297, 2019, doi: 10.26760/elkomika.v7i2.297.