

**ANALISIS PENGUJIAN INTERBUS TRANSFORMATOR 150/70/10 KV
100 MVA DI GIS (*GAS INSULATED SWITCHGEAR*) KOTA TIMUR**



LAPORAN AKHIR

**Disusun sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH

MUHAMMAD FARHAN GULTOM

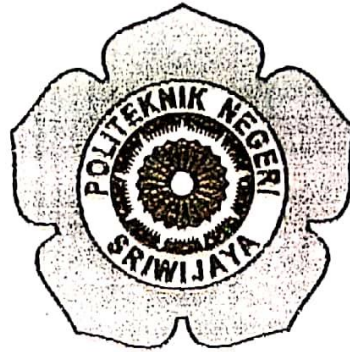
061830310815

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2021

**ANALISIS PENGUJIAN INTERBUS TRANSFORMATOR 150/70/10 KV
100 MVA DI GIS (GAS INSULATED SWITCHGEAR) KOTA TIMUR**



OLEH

MUHAMMAD FARHAN GULTOM

061830310815

Menyetujui,

Pembimbing I

Mutiar, S.T., K.E.T.

NIP. 196410051990031604

Pembimbing II

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.

NIP. 196501291991031002

**Koordinator Program Studi
Teknik Listrik**

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Muhammad Farhan Gultom
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 10 Oktober 2000
Alamat : Lr Pinang NO.49 RT.43 RW.16 Kelurahan Plaju Ulu
Kecamatan Plaju, Kota Palembang, 30266
NPM : 061830310815
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul ~~Skripsi~~/Laporan Akhir* : Analisis Pengujian Interbus Transformator 150/70/10
kV 100 MVA di GIS (*Gas Insulated Switchgear*) Kota
Timur

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. ~~Skripsi~~/Laporan Akhir* ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi ~~Skripsi~~/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian ~~Skripsi~~/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantiaan alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian ~~Skripsi~~/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, 23 Juli 2021

Yang Menyatakan,



(Muhammad Farhan Gultom)
Mengetahui,

Pembimbing I Mutiar, S.T., M.T.

Pembimbing II Anton Firmansyah, S.T., M.T.

*Coret yang tidak perlu

MOTTO

Marsiamin aminan, Marsitukkol tukholan, Songon suhat di robeani.
(Saling mendoakan, Saling Menopang, Seperti talas di lereng bukit.)

Salah satu lirik dari lagu Batak “Anakku Naburju”

KUPERSEMBAHKAN UNTUK:

1. Mama, Papa, dan Abang yang senantiasa mendoakan, memenuhi kebutuhan, dan menyayangi dengan sepenuh hati.
2. Para Dosen Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada mahasiswanya.
3. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya atas kebersamaan, perjuangan, canda maupun tawa selama berada di perkuliahan.
4. Almamaterku.

ABSTRAK

ANALISIS PENGUJIAN INTERBUS TRANSFORMATOR 150/70/10 KV 100 MVA DI GIS (*GAS INSULATED SWITCHGEAR*) KOTA TIMUR

(2021: xv + 48 Halaman + 25 Daftar Gambar + 8 Daftar Tabel + 14 Lampiran)

Muhammad Farhan Gultom

061830310815

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Transformator merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan, secara induksi elektromagnetik, mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama. Salah satu transformator yang ada di GIS (*Gas Insulated Switchgear*) Kota Timur yaitu interbus transformator (IBT) 150/70/10 kV 100 MVA yang berfungsi menurunkan tegangan 150 kV ke tegangan 70 kV. Seperti halnya peralatan tenaga listrik yang lain, transformator dituntut untuk selalu bekerja dalam performa yang baik. Untuk itu, perlu adanya pengujian untuk mengecek kesesuaian dan kelayakan interbus transformator untuk dioperasikan berdasarkan standar yang digunakan. Beberapa pengujian yang dilakukan seperti pengujian tahanan isolasi dengan standar nilai indeks polarisasi (IP) $\geq 1,25$ (IEEE Std 62-1995) dan pengujian ratio dengan standar batasan kesalahan tidak melebihi $\pm 0,5\%$ (IEEE C57.125.1991) seperti yang dianalisis laporan akhir ini. Jika memenuhi standar maka interbus transformator (IBT) di GIS Kota Timur dapat dinyatakan layak untuk dioperasikan seiring dengan standar dari pengujian-pengujian lainnya terpenuhi.

Kata kunci: Interbus Transformator, Pengujian Tahanan Isolasi, Pengujian Ratio, GIS.

ABSTRACT

ANALYSIS OF INTERBUS TRANSFORMER 150/70/10 KV 100 MVA TESTING AT GIS (GAS INSULATED SWITCHGEAR) KOTA TIMUR

(2021: xv + 48 Pages + 25 List of Pictures + 8 List of Tables + 14 Attachments)

Muhammad Farhan Gultom

061830310815

Electrical Engineering Department

Electrical Engineering Study Program

State Polytechnic of Sriwijaya

A transformer is a static device in which a magnetic circuit and a winding consisting of 2 or more windings, by electromagnetic induction, transform the power (current and voltage) of an AC system into another current and voltage system at the same frequency. One of the transformers in the GIS (Gas Insulated Switchgear) Kota Timur is the 150/70/10 kV 100 MVA interbus transformer (IBT) which functions to lower the voltage from 150 kV to a voltage of 70 kV. As with other electrical power equipment, transformer is required to always work in good performance. For this reason, it is necessary to have some test to check the suitability and feasibility of the interbus transformer to be operated according to the standards used several tests were carried out such as insulation resistance testing with a standard Polarization Index (PI) value ≥ 1.25 (IEEE Std 62-1995) and a ratio test with a standard error limit of $\pm 0.5\%$ (IEEE C57.125.1991) as this final report analyzes. If it meets the standards, the interbus transformer (IBT) at GIS Kota Timur can be declared feasible to operate along with the standards of other tests being met.

Keywords: Interbus Transformer, Insulation Resistance Test, Ratio Test, GIS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Yang Maha Esa, karena atas anugerah dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan tepat waktu. Adapun judul dari Laporan Akhir yang penulis buat adalah “Analisis Pengujian Interbus Transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS (*Gas Insulated Switchgear*) Kota Timur” yang disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Mutiar, S.T., M.T., selaku Pembimbing I.
2. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Pembimbing II dan Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Karena atas bimbingan dan arahannya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan tepat waktu.

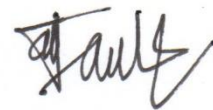
Dalam penyusunan Laporan Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang memberikan ilmu pengetahuan, arahan, serta dukungan kepada penulis. Untuk itu penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Iskandar Lutfi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak R. Harnandi Adithyo, selaku Manager PT. PLN (Persero) UPP SBS1.
4. Bapak Andika Saputra, selaku Supervisor PT. PLN (Persero) GIS Kota Timur.
5. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2018 khususnya kelas 6LD atas kebersamaan dan bantuannya.
6. Papa, Mama, dan Abang yang telah mendoakan, memberikan semangat dan mendukung penulis selama menjalankan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwasannya penulis hanyalah manusia yang tidak luput dari kesalahan dan kekurangan sehingga di dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif, bimbingan serta petunjuk sebagai masukan dan dapat menambah ilmu pengetahuan.

Penulis berharap Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membaca, khususnya bagi penulis sendiri dan bagi rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dalam menambah ilmu dan referensinya.

Palembang, 16 Juli 2021



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
MOTTO.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Transformator Tenaga	4
2.1.1 Pengertian Transformator.....	4
2.1.2 Prinsip Kerja Transformator	4
2.1.3 Konstruksi Transformator	6
2.1.4 Bagian-bagian Transformator dan Fungsinya.....	8
2.1.5 Klasifikasi transformator.....	14
2.1.6 Transformator Tiga Fasa.....	14
2.1.7 Hubungan Transformator Tiga Fasa	15
2.2 FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	18
2.2.1 FMEA Transformator.....	18
2.3 Pengujian Transformator Tenaga	18
2.3.1 Pengujian Tahanan Isolasi.....	18
2.3.2 Pengujian Ratio	22
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	 23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Tahapan Penelitian	23
3.3 Data Penelitian.....	24
3.3.1 Spesifikasi transformator	24
3.4 Pengolahan Data.....	26
3.4.1 Peralatan yang dibutuhkan	27
3.5 Prosedur Penelitian.....	28
3.5.1 Prosedur pengujian tahanan isolasi	28
3.5.2 Prosedur pengujian ratio	29

3.6	Diagram Blok Penelitian	31
BAB IV PEMBAHASAN		32
4.1	Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi	32
4.1.1	Perhitungan nilai tahanan isolasi minimum (R).....	33
4.1.2	Perhitungan index polarisasi (IP).....	34
4.1.3	Pembahasan pengujian tahanan isolasi	37
4.2	Analisis Hasil Pengujian Ratio.....	39
4.2.1	Perhitungan ratio secara teori.....	39
4.2.2	Perhitungan deviasi (%) ratio.....	40
4.2.3	Pembahasan pengujian ratio.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Macam-macam pendingin pada transformator	10
Tabel 2. 2 Batasan nilai parameter minyak isolasi.....	11
Tabel 2. 3 Kondisi isolasi berdasarkan indeks polarisasi.....	21
Tabel 3. 1 Data di nameplate.....	25
Tabel 3. 2 Data nilai tegangan di nameplate	26
Tabel 4. 1 Nilai tegangan tembus interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA	32
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian tahanan isolasi interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur	34
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian ratio interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Prinsip kerja transformator.....	4
Gambar 2. 2 Grafik arus, tegangan dan fluks yang terjadi.....	6
Gambar 2. 3 Konstruksi transformator tipe inti (Core Type).....	7
Gambar 2. 4 Transformator tipe cangkang (shell form)	8
Gambar 2. 5 Inti besi.....	8
Gambar 2. 6 Belitan trafo.....	9
Gambar 2. 7 Bushing.....	9
Gambar 2. 8 Minyak isolasi transformator	11
Gambar 2. 9 Tap changer pada transformator.....	13
Gambar 2. 10 Konstruksi transformator tiga fasa	15
Gambar 2. 11 Hubungan transformator Y – Y.....	16
Gambar 2. 12 Hubungan transformator Y – Δ	17
Gambar 3. 1 Foto tampak depan interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur.....	24
Gambar 3. 2 Nameplate interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur.....	25
Gambar 3. 3 Alat ukur Megger S1-1568.....	27
Gambar 3. 4 <i>Transformer Turn Ratio Test</i>	28
Gambar 3. 5 Skema pengujian tahanan isolasi.....	29
Gambar 3. 6 Rangkaian pengujian ratio transformator	30
Gambar 3. 7 Diagram blok.....	31
Gambar 4. 1 Grafik hasil perhitungan tahanan isolasi minimum pada interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur	37
Gambar 4. 2 Grafik hasil pengujian tahanan isolasi pada interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur	38
Gambar 4. 3 Grafik hasil perhitungan indeks polarisasi (IP) pada interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur	38
Gambar 4. 4 Grafik perhitungan ratio secara teori pada interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA	44

Gambar 4. 5 Grafik hasil pengujian ratio pada interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA	45
Gambar 4. 6 Grafik deviasi (%) ratio pada interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA	45

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kesepakatan bimbingan laporan akhir pembimbing I
- Lampiran 2 Kesepakatan bimbingan laporan akhir pembimbing II
- Lampiran 3 Lembar bimbingan laporan akhir pembimbing I
- Lampiran 4 Lembar bimbingan laporan akhir pembimbing II
- Lampiran 5 Rekomendasi ujian laporan akhir (LA)
- Lampiran 6 Surat izin pengambilan data
- Lampiran 7 Dokumentasi selama pengambilan data
- Lampiran 8 Data spesifikasi interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur
- Lampiran 9 Data *breakdown voltage* interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur
- Lampiran 10 Data hasil pengujian tahanan isolasi interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur
- Lampiran 11 Data hasil pengujian ratio interbus transformator 150/70/10 kV 100 MVA di GIS Kota Timur
- Lampiran 12 Item dan periode pengujian on-line dan off-line trafo tenaga
- Lampiran 13 Revisi ujian laporan akhir (LA)
- Lampiran 14 Pelaksanaan revisi laporan akhir