

**STUDI ANALISA KINERJA HUBUNG PARALEL  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DENGAN TRANSFORMATOR  
UNIT GARDU BERGERAK (UGB) PADA BEBAN TIDAK SEIMBANG  
DI PT. PLN (PERSERO) ULP BELANTI PADANG**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata  
Satu (S-1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

**OLEH :**

**WASRI JOHAN**

**1910017111042**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG**

**2022**

LEMBARAN PENGESAHAN  
STUDI ANALISA KINERJA HUBUNG PARALEL  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DENGAN  
TRANSFORMATOR UNIT GARDU BERGERAK (UGB)  
PADA BEBAN TIDAK SEIMBANG DI PT. PLN (PERSERO)  
ULP BELANTI PADANG

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata  
Satu (S-1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

OLEH :

WASRI JOHAN

1910017111042

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Ir. Yani Ridal, M. T.  
NIP: 910300329

Pembimbing II



Ir. Arzul, M. T.  
NIP: 941100396

Diketahui Oleh:

Fakultas Teknologi Industri

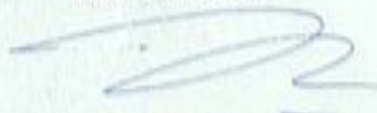
Dekan



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST, MT  
NIP: 990 500 496

Ketua Jurusan

Teknik Elektro



Ir. Arzul, M. T.  
NIP: 941100396

LEMBARAN PENGUJI  
STUDI ANALISA KINERJA HUBUNG PARALEL  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DENGAN  
TRANSFORMATOR UNIT GARDU BERGERAK (UGB)  
PADA BEBAN TIDAK SEIMBANG DI PT. PLN (PERSERO)  
ULP BELANTI PADANG

SKRIPSI

OLEH :

WASRI JOHAN

1910017111042




Dipertahankan didepan Penguji Skripsi  
Program Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta  
Hari: Senin, 18 Juli 2022

No. Nama Tanda Tangan

1. Ir. Arzul, MT,  
(Ketua Penguji dan Pembimbing)

2. Dr. Ir. Ija Darmana, MT, IPM,  
(Penguji)

3. Ir. Arnita, MT,  
(Penguji)

  
.....  
  
.....  
  
.....  
18/8/2022

## INTI SARI

Penyaluran tenaga listrik kepada konsumen yang semakin meningkat dalam hal penggunaan ataupun pertumbuhan konsumen listrik itu sendiri di PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti Kota Padang, sehingga memunculkan permasalahan salahsatunya berupa beban lebih (*overload*) dan juga berupa beban tak seimbang. Maka perlu adanya peningkatan kapasitas transformator distribusi sebagai alat penyalur listrik dari jaringan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah sehingga dapat disalurkan kepada konsumen. Untuk meningkatkan daya yang dibutuhkan salah satu solusinya adalah dengan penambahan Transformator Unit Gardu Bergerak (UGB) yang dihubungkan paralel pada transformator distribusi. Operasi paralel transformator distribusi dengan transformator UGB dilakukan harus memenuhi syarat operasi paralel transformator. Syarat yang perlu diperhatikan yaitu tegangan, frekuensi, *vector grup* dan urutan fasa yang harus sama. Penelitian ini menganalisa kinerja operasi paralel transformator distribusi dengan transformator unit gardu bergerak (UGB) dengan kondisi beban tidak seimbang atau beban lebih melalui perhitungan-perhitungan. Dari hasil perhitungan operasi paralel transformator distribusi dengan Transformator UGB pada saat beban tak seimbang atau beban lebih menunjukkan hasil berupa pengurangan daya beban yang dipikul oleh transformator distribusi secara signifikan oleh operasi paralel dengan transformator UGB. Operasi paralel transformator distribusi dengan UGB ini hanya bersifat sementara, sampai ada pergantian unit transformator dengan kemampuan kapasitas daya yang besar.

***Kata kunci:*** *Paralel Transformator, Transformator Distribusi, Transformator Unit Gardu Bergerak (UGB), Overload, Beban tidak seimbang, Losses dan Efisiensi.*

## **ABSTRAK**

Distribution of electricity to consumers is increasing in terms of use or growth of electricity consumers themselves at PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti Padang City, causing problems, one of which is an overload and also an unbalanced load. So it is necessary to increase the capacity of the distribution transformer as a means of distributing electricity from high voltage networks to medium voltage so that it can be distributed to consumers. To increase the required power, one solution is to add a Mobile Substation Unit Transformer (Portable Transformer) which is connected in parallel to the distribution transformer. Parallel operation of distribution transformers with portabel transformers must meet the requirements of transformer parallel operation. The conditions that need to be considered are the voltage, frequency, vector group and phase sequence that must be the same. This study analyzes the performance of parallel operation of distribution transformers with mobile substation unit transformers (portable transformer) with unbalanced load conditions or overloads through calculations. Calculation results the parallel operation of the distribution transformer with the portable transformer when the load is unbalanced or the load is overloaded shows the results in the form of a significant reduction in the load power carried by the distribution transformer by parallel operation with the portable transformer. The parallel operation of the distribution transformer with portable is only temporary, until there is a change in the transformer unit with a large power capacity capability.

**Keywords:** Paralel Transformator, Distribution Transformator, Mobile Substation Unit Transformator (Portable Transformer), Overload, Unbalanced Load, Losses and Efficiency.

**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN	
PERSETUJUAN PENGUJI	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
KATA PENGANTAR	
INSISARI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>II-5</b>
2.1 Tinjauan Penelitian	II-5
2.2 Landasan Teori	II-8
2.2.1 Transformator Distribusi 3 Fasa	II-8
2.2.2 Transformator Unit Gardu Bergerak (UGB)	II-11
2.2.3 Polaritas Transformator	II-12
2.2.4 Proteksi Transformator	II-13

2.2.4.1 Jenis-jenis Proteksi Transformator	II-14
2.2.4.2 Perlindungan Suhu Lebih	II-15
2.2.5 Beban Litrik dan Klarifikasi Beban	II-19
2.2.6 Faktor Daya	II-20
2.2.6.1 Faktor Daya Unity	II-20
2.2.6.2 Faktor Daya Terbelakang (Lagging)	II-20
2.2.6.3 Faktor Daya Mendahului (Leading)	II-21
2.2.7 Rangkaian Ekuivalen Transformator	II-21
2.2.8 Vektor Grup Transformator	II-22
2.2.9 Operasi Paralel Dari Transformator Distribusi 3 (tiga) Fasa	II-24
2.2.10 Paralel Transformator Memperhatikan Vector group	II-25
2.2.11 Ketidakseimbangan Beban Transformator	II-32
2.2.12 Rugi-rugi Transformator	II-34
2.2.12.1 Rugi-rugi Transformator Tanpa Beban	II-34
2.2.12.2 Rugi-rugi Transformator Berbeban	II-35
2.2.12.3 Rugi-rugi Arus Sirkulasi	II-35
2.2.12.4 Rugi-rugi Pada Penghantar Netral	II-36
2.2.13 Arus Beban Penuh	II-37
2.2.14 Pengujian Hubung Singkat	II-38
2.2.15 <i>Drop</i> Tegangan pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah	II-39
2.2.16 Efisiensi Transformator	II-40
2.2.17 Susut Umur Transformator	II-41
2.2.17.1 Perkiraan Susut Umur Transformator	II-41
2.2.18 Hipotesis	II-44
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	III-45
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	III-45
3.1.1 Data Penelitian	III-45
3.1.2 Bahan Penelitian	III-45
3.2 Alur Penelitian	III-46
3.3 Metoda Penelitian	III-47
3.4 Metoda Pengolahan Data	III-48
3.5 Deskripsi Penelitian dan Analisis	III-49

<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	IV-50
4.1 Deskripsi Penelitian	IV-50
4.2 Pengumpulan Data	IV-50
4.3 Perhitungan Paralel Tranfo Distribusi	IV-52
4.4 Perhitungan Operasi Transformator	IV-58
4.5 Analisa	IV-61
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	V-63
5.1 Kesimpulan	V-63
5.2 Saran	V-64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
Tabel 2.1 Tipe kesalahan dan jenis perlindungan yang digunakan	II-15
Table 2.2 Limit standar temperature	II-16
Tabel 2.3 Klasifikasi Beban Listrik	II-19
Tabel 2.4 Pergeseran phasa	II-27
Tabel 2.5 Diagram Vector	II-27
Tabel 2.6 Hubungan kecepatan penuaan umur transformator (tahun)	II-42
Tabel 4.1 Data 20 transformator distribusi dengan kapasitas beban <i>Overload</i>	IV-48
Tabel 4.2 Data transformator distribusi dengan kapasitas beban di sisi sekunder	IV-49
Tabel 4.3 Perhitungan arus transformator sekunder, arus rata-rata dan saat dibebani <i>Overload</i>	IV-54
Tabel 4.4 Menghitung setiap fasa pada pembebanan 100 %	IV-57
Tabel 4.5 Kapasitas daya yang dibebani saat paralel transformator	IV-59

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>		<b>Hal</b>
Gambar 2.1	Konstruksi transformator	II-9
Gambar 2.2	<i>Portable Transformator</i> atau Transformator Unit Gardu Bergerak	II-12
Gambar 2.3	Paralel Transformator Distribusi dengan UGB	II-12
Gambar 2.4	Polaritas Transformator	II-13
Gambar 2.5	Rangkaian ekivalen transformator	II-21
Gambar 2.6	Kelompok hubungan Dy11	II-26
Gambar 2.7	Paralel transformator hubungan DYn5	II-26
Gambar 2.8	Diagram pengawatan sambungan normal	II-29
Gambar 2.9	Paralel transformator Bintang Bintang	II-29
Gambar 2.10	Diagram pengawatan sambungan tidak normal	II-30
Gambar 2.11	Paralel transformator Bintang Delta	II-30
Gambar 2.12	Rangkaian paralel transformato	II-31
Gambar 2.13	(a),(b). Vektor diagram arus	II-33
Gambar 2.14	Transformator dalam keadaan hubung singkat	II-39
Gambar 3.1	Alur penelitian	III-46
Gambar 4.1	Transformator Paralel Hubung Bintang Segitiga	IV-50
Gambar 4.2	Single line transformator hubung parallel	III-56