



# JURNAL SUTET

Volume 6 - Nomor 2

Juni - Desember 2016

ISSN : 2356-1505

PEMBATAS KECEPATAN MAKSIMUM PADA KENDARAAN MENGGUNAKAN RPM MOTOR DC DENGAN SISTEM PERINGATAN SMS

*Syarif Hidayat; M. Iqbal Harish*

PELAKSANAAN MANAJEMEN PEMELIHARAAN GARDU DISTRIBUSI

*Nurmiati Pasra; Permata Putri Ruswandi*

PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI DAN BIAYA PADA KOMPOR INDUKSI TERHADAP KOMPOR LISTRIK DAN KOMPOR GAS

*Aas Wasri Hasanah; Oktaria Handayani*

IMPLEMENTASI DAN PENGUKURAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI JAKARTA DAN SEKITARNYA

*Muchamad Nur Qosim*

PENGELOLAAN MANAJEMEN RESIKO DI TENGAH PERUBAHAN MODEL BISNIS TELEKOMUNIKASI

*Firman Fauzi*

STUDI KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK AKIBAT PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* (DG)

*Christine Widyastuti*

PENGUJIAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA FASA

*Novi Gusti Pahiyanti; Sigit Sukmajati*

FILAMEN LAMPU INCANDESCENT SEBAGAI DETEKSI KEBOCORAN ALIRAN UDARA

*Tasdik Darmana; Dery Risky*



9 772356 150005

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

JURNAL SUTET

VOL. 6

NO. 2

HAL. 1-70

JUNI - DESEMBER 2016

ISSN : 2356-1505

# PENGUJIAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA FASA

Novi Gusti Pahiyanti<sup>1</sup>, Sigit Sukmajati<sup>2</sup>  
Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN  
<sup>1</sup>[nove140304@gmail.com](mailto:nove140304@gmail.com)  
<sup>2</sup>[sigitsukmjati@yahoo.com](mailto:sigitsukmjati@yahoo.com)

**Abstract :** Media information which presents the technical data and specifications of the transformer is a nameplate, one of the data listed on the nameplate is the type of vector group transformer, vector group transformer which can inform you about the types of relationships winding on the transformer and the magnitude of the phase difference between the primary to the secondary. Vector group listed on the nameplate is particularly useful when the transformer will be operated in parallel, because the terms of parallel operation of transformers is to have the same type of vector group. Refers to the standard SPLN 50: 1987 and IEC 60076-1, vector Group of the routine work done to determine the type of relationship turns on the primary and secondary sections to match the nameplate. Methods to determine the type of vector group is done by connecting one of the terminals similar between the primary with the secondary, then the measured value of the voltage between the other terminal, the results of these measurements refer to the vector group testing formula and referring to the vector diagram measurement testing group.

**Keywords:** Nameplate transformer, vector group transformer

**Abstrak :** Media informasi yang menyajikan data teknis dan spesifikasi dari sebuah transformator merupakan sebuah nameplate, salah satu data yang tercantum pada nameplate adalah jenis vector group transformator, vector group transformator dimana dapat menginformasikan mengenai jenis hubungan belitan pada transformator dan besarnya perbedaan fase antara bagian primer dengan sekunder. Vector group yang tercantum pada nameplate sangat bermanfaat ketika transformator akan dioperasikan secara paralel, karena syarat operasi paralel pada transformator adalah memiliki jenis vector group yang sama. Mengacu pada standar SPLN 50 : 1987 dan IEC 60076-1, vector group salah satu pekerjaan rutin yang dilakukan untuk mengetahui jenis hubungan belitan pada bagian primer dan sekunder agar sesuai dengan nameplate. Metode untuk mengetahui jenis vector group dilakukan dengan menghubungkan salah satu terminal yang sejenis antara bagian primer dengan sekunder, lalu diukur nilai tegangan antar terminal lainnya, hasil pengukuran tersebut mengacu pada rumus pengujian vector group dan mengacu pada diagram ukur pengujian vector group.

**Kata kunci :** Nameplate transformator, vector group transformator

## 1. PENDAHULUAN

Transformator adalah suatu alat yang dapat memindahkan dan mengubah besar energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain dengan frekuensi yang sama. Energi listrik yang dipindahkan dan diubah tersebut adalah tegangan dan arus bolak-balik

(Alternating Current - AC).

Jenis-jenis transformator sangat banyak, tetapi secara umum dapat diklasifikasikan atas tiga jenis, yaitu Transformator Daya, Transformator Distribusi dan Transformator Pengukuran. Dalam aplikasinya di lapangan, transformator yang paling banyak digunakan adalah Transformator Daya dan Transformator Distribusi. Pada

umumnya jenis transformator yang digunakan sebagai Transformator Daya dan Transformator Distribusi adalah transformator tiga fase, karena suplai tegangan dan arus yang masuk dari pembangkit tenaga listrik adalah tegangan dan arus tiga fase.

Sebuah Transformator pada umumnya dilengkapi dengan *nameplate* (Pelat nama). Pada *nameplate* biasanya tercantum beberapa keterangan mengenai transformator tersebut, seperti *vector group* (Kelompok vektor). Untuk mengetahui kebenaran kelompok vektor yang tercantum pada pelat namanya, maka dilakukan pengujian kelompok vektor. Menurut *American National Standards Institute (ANSI)* dan *Institute of electrical and Electronics Engineering (IEEE)* ada tiga macam pengujian yang harus dilakukan pada sebuah transformator yaitu, pengujian rutin, pengujian jenis, dan pengujian khusus, serta ditambah pengujian *commissioning*.

Pada penelitian ini dilakukan adanya tujuan untuk melakukan pengujian *vector group* transformator dimana bertujuan untuk mengetahui hubungan belitan pada sisi primer dan sekunder agar mencocoki dengan yang tercantum pada *nameplate*. Selain hal tersebut pengujian *vector group* transformator biasa dilakukan pada transformator dengan kondisi *name plate* yang sudah tidak terbaca, sehingga untuk mengetahui jenis hubungan transformator tersebut dilakukan pengujian *vector group*.

Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh Budiyanto Husodo menunjukkan bahwa hasil penelitian ini akan memudahkan operator lapangan dalam melakukan paralel transformator UGB dengan transformator gardu distribusi sehingga dapat dihindarkan suatu penjadwalan ulang yang tidak perlu.<sup>(1)</sup>

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengujian Transformator

PT. TRAFINDO PRIMA PERKASA, transformator yang telah diproduksi dilakukan pengujian yang dilaksanakan oleh department QC

(*quality control*). Pengujian dilakukan dengan mengacu pada standar Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) dan *International Electrotechnical commission (IEC)*, menurut standar tersebut pengujian transformator terdiri dari tiga jenis, yaitu : Pengujian Rutin (*routine test*)

1. Pengujian rutin dilakukan pada setiap transformator, yaitu meliputi :
  - a. Pengujian tahanan isolasi.
  - b. Pengujian rasio tegangan.
  - c. Pengujian polaritas dan *vector Group*.
  - d. Pengujian tahanan belitan.
  - e. Pengujian rugi tembaga dan impedansi.
  - f. Pengujian rugi besi dan arus beban kosong.
  - g. Pengujian tegangan terapan (*applied test*).
  - h. Pengujian tegangan induksi (*induce test*).

2. Pengujian jenis (*type test*)

Pengujian jenis adalah pengujian yang dilaksanakan terhadap sebuah trafo yang mewakili trafo lainnya yang sejenis, untuk menunjukkan bahwa semua trafo jenis ini memenuhi persyaratan yang belum diliputi oleh pengujian rutin.

Pengujian jenis meliputi :

- a. Pengujian Kenaikan Suhu
- b. Pengujian tegangan Impuls

3. pengujian jenis merupakan pengujian yang dilakukan pengujian rutin, juga terdapat pengujian khusus, pengujian khusus tidak selalu dilakukan pada setiap trafo, biasanya dilaksanakan atas persetujuan antara pabrik dengan pembeli terhadap satu atau sejumlah trafo yang dipesan dalam suatu kontrak. Pengujian khusus meliputi :

- a. Pengujian impedansi urutan nol pada trafo tiga fase
- b. Pengujian harmonik pada arus beban kosong
- c. Pengujian tingkat bunyi akustik
- d. Pengukuran daya yang diambil oleh motor - motor kipas dan pompa
- e. Minyak transformator

## 2.2. Vektor Group Transformator

Pada transformator 3 fase, kelompok vektor (*vector group*) merupakan salah satu identitas yang dapat ditemukan pada pelat nama (*name plate*) transformator, *vector group* transformator menyatakan bagaimana jenis konfigurasi belitan transformator pada bagian *high voltage* (tegangan tinggi) dan pada bagian *low voltage* (tegangan rendah).

Jenis *vector group* transformator sangat penting sebelum mengkoneksikan dua atau lebih transformator secara paralel, apabila terjadi hubungan paralel antara dua atau lebih transformator dengan *vector group* yang berbeda maka akan terjadi perbedaan fase pada bagian sekunder transformator, sehingga mengakibatkan perbedaan potensial dan akan mengalir arus pada bagian sekunder antar transformator tersebut, efek transformator, yang terjadi arus akan sangat merusak transformator yang dioperasikan.

Mengacu pada standar *Interational Electrotechnical Commision* (IEC), penulisan notasi *vector group* transformator terdiri dari dua huruf atau lebih yang diikuti dengan satu atau dua digit, berikut adalah penjelasannya :

1. Huruf pertama menggunakan huruf kapital D, Y, Z untuk bagian *high voltage* transformator. D untuk hubungan delta ( $\Delta$ ), Y untuk hubungan wye (Y), dan Z untuk hubungan zig zag *interconnected Star* (bintang saling berhubungan).
2. Huruf kedua merupakan huruf kapital dengan ukuran lebih kecil berupa huruf N, huruf tersebut menandakan adanya titik netral pada bagian *high voltage* transformator.
3. Huruf ketiga merupakan huruf non kapital d, y, z untuk bagian *low voltage* transformator, d memiliki arti hubung delta ( $\Delta$ ), y untuk hubungan wye (Y), dan z untuk hubungan zig zag (*interconnected star*),
4. Huruf keempat menggunakan huruf non kapital n yang menyatakan adanya titik netral pada bagian *low voltage*,

5. Simbol kelima berupa angka yang terdiri dari satu atau dua digit, angka ini mengacu pada bilangan jam 1-12 yang menunjukkan besarnya perbedaan fase antara bagian primer dengan bagian sekunder transformator.

Untuk menentukan jenis *vector group* transformator mengacu pada hal-hal berikut :

1. Bagian primer ditetapkan sebagai sisi *high voltage*, dan bagian sekunder ditetapkan sebagai sisi *low voltage*,
2. Angka jam pada notasi transformator yaitu dari jam 1 – 12, satu putaran jam adalah 360o dan terdiri dari 12 angka, sehingga sudut antara angka jam yang berurutan besarnya adalah 30o,
3. Bagian *high voltage* (primer) dianggap sebagai jarum panjang, dan ditetapkan pada posisi jam 12. Bagian *low voltage* (sekunder) dianggap sebagai jarum pendek dan bebas untuk bergerak,
4. Sudut antara jarum panjang dan jarum pendek menunjukkan perbedaan sudut fase antara bagian primer dengan sekunder.

## 2.3. Konfigurasi Belitan Transformator

Pada transformator tiga fase, konfigurasi hubungan belitan merupakan hal yang perlu diperhatikan pada saat proses pembuatan transformator, karena bagaimana konfigurasi belitan tersebut tersusun merupakan dasar terjadinya perbedaan fase antara belitan *high voltage* dengan belitan *low voltage*.

Umumnya belitan transformator terhubung secara *wye-delta*, *delta-wye*, *deltadelta*, *wyewye*, dan untuk keperluan khusus juga terdapat hubungan *deltazigzag*, dan *wyезigzag*, namun disamping jenis hubungan tersebut terdapat variasi hubungan dengan adanya perbedaan angka jam *vector group* transformator.

Terdapat dua buah belitan pada masing-masing fase yaitu belitan *high voltage* dan *low voltage*, belitan *high voltage* dan *low voltage* terletak pada batang *core* yang sama, satu belitan memiliki dua buah ujung terminal utama.

Mengacu SPLN 50 tahun 1997, terdapat empat macam jenis transformator berdasarkan kelompok *vector group* dan titik netralnya, yaitu :

1. Kelompok *vector group* Yzn5  
Transformator dengan *vector group* Yzn5 digunakan untuk transformator dengan kapasitas sampai dengan 160 kVA
2. Kelompok *vector group* Dyn5  
Transformator dengan *vector group* Dyn5 digunakan untuk transformator dengan kapasitas 200 kVA sampai dengan 250 kVA.
3. Kelompok *vector group* YNyn0  
Transformator dengan *vector group* YNyn0 digunakan pada sistem jaringan empat kawat tiga fase.
4. Kelompok *vector group* YNd5  
Transformator dengan *vector group* YNd5 digunakan pada pembangkit listrik, semisal PLTU, PLTA.

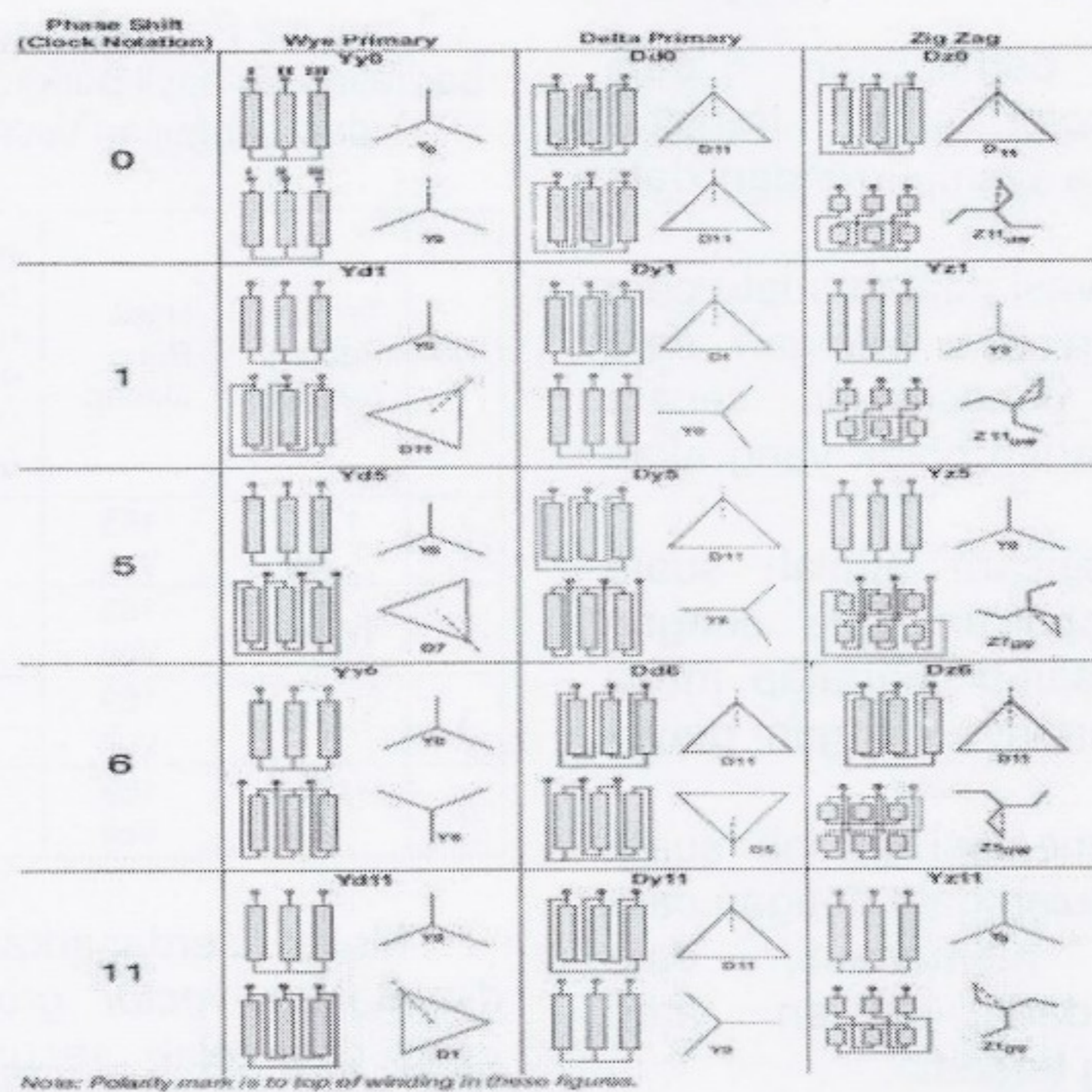
Telah diketahui bahwa konfigurasi belitan transformator akan mempengaruhi keadaan *lagging* atau *leading* antara belitan *high voltage* terhadap *low voltage*, berikut pada Tabel 2.1 menunjukkan keadaan *lagging* atau *leading* yang berdasarkan pada jenis *vector group* transformator.

Tabel 2.1 Kelompok *vector group* transformator berdasarkan kondisi lagging / leading belitan *low voltage* terhadap *high voltage*

Phase shift (deg)	Jenis vector group		
	Dd	Yy	Dz
0	Dd0	Yy0	Dz0
30 lag	Dy1	Yd1	Yz
60 lag	Dd2	-	Dz
120 lag	Dd4		Dz4
150 lag	Dy5	Yd5	Yz5
180 lag	Dd6	Yy6	Dz6
150 lead	Dy7	Yd7	Yz
120 lead	Dd8	-	Dz8
60 lead	Dd10	-	Dz10
30 lead	Dy11	Yd11	Yz11

Berdasarkan pada tabel 2.1 tidak setiap jenis *vector group* dapat diaplikasikan, seperti pada jenis Dy2, Yy4, dan Yz8, hal ini dikarenakan kondisi *vector group* yang tidak memungkinkan untuk dibentuk jenis hubungan tersebut, pada standart IEC 60076-1 telah dikelompokan jenis *vector group* yang memungkinkan untuk dibentuk seperti ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kelompok vector Group transformator berdasarkan standar IEC 60076



## 2.4. Pengujian Vector Group Transformator

Salah satu pengujian yang dilakukan pada transformator adalah pengujian *vector group* transformator. Pengujian *vector group* merupakan salah satu pengujian yang penting dan harus dilakukan karena termasuk pada pengujian rutin transformator sebagaimana tercantum dalam IEC. Pada sub bab ini akan dijelaskan secara lebih terperinci mengenai pengujian *vector group* transformator. sebelum melakukan pengujian *vector group* maka dihitung dulu dengan menggunakan rumus atau dengan digram ukur yang digunakan sebagai acuan sehingga memudahkan dalam proses pengujian.

## 3. METODE PENELITIAN

Langkah – langkah penelitian:

1. Melakukan koordinasi dengan PT. TRAFINDO PRIMA PERKASA untuk melakukan pengujian transformator.
2. Pengumpulan data dan informasi berupa materi yang dibutuhkan.
3. Melakukan pengujian transformator di PT. TRAFINDO PRIMA PERKASA dengan didampingi oleh tim pengujian
4. Mengklasifikasi data pengujian yang telah didapat dari pengujian transformator.
5. Melakukan perhitungan data pengujian *vector group* transformator tiga fasa sesuai dengan data di nameplate.
6. Metode observasi adalah suatu cara mengumpulkan data dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan diuji.
7. Metode wawancara adalah suatu cara mengumpulkan data dengan tanya jawab sambil bertatap muka antara si penanya dengan pewawancara.
8. Metode dokumentasi adalah suatu cara pengumpulan data dengan cara mempelajari, memahami, data bersumber dari catatan atau dokumen yang tersedia.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data dan Perhitungan Pengujian Vector group Transformator

Data yang telah didapat akan dilakukan perhitungan pengujian *vector group* transformator dengan data transformator sesuai data di nameplate.

#### 4.1.1. Transformator Tiga Fase, 400 kVA, 50 Hz, 11kV / 1700V, Dd0

##### 1. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengacu pada prosedur pengujian dimana terminal 1U *dijumper* dengan terminal 2U, dan disupply dengan tegangan 200 V. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengukuran pengujian *vector group* transformator hubungan Dd0

Terminal High Voltage	Supply tegangan	Hasil pengukuran Pada terminal LV	Hasil pengukuran Pada terminal LV
1U – 1V	200 V	1V – 2V = 169	V 1W – 2V = 185 V
U – 1W	200 V	1W – 2W = 169 V	1V – 2W = 185 V
1V – 1W	200 V		

Setelah didapatkan hasil pengujian, akan dibandingkan dengan hasil perhitungan rumus dan diagram ukur

Tabel 4.2 Perbandingan nilai tegangan berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan dan pengujian *vector group* Dd0

No	Terminal Pengukuran	Hasil Pengukuran	Hasil perhitungan rumus pengujian <i>vector group</i>	Hasil perhitungan gambar diagram ukur <i>vector group</i>
1	1 1V – 2W	185 Volt	184,55 Volt	184,53 Volt
2	1W – 2V	185 Volt	184,55 Volt	184,53 Volt
3	1V – 2V	169 Volt	169,09 Volt	169,08 Volt
4	1W – 2W	169 Volt	168,09 Volt	169,08 Volt

Maka berdasarkan data tersebut dinyatakan *vector group* transformator yang diuji telah sesuai dengan *vector*

*group* yang terdapat pada *nameplate*. Karena Toleransi ketidaksesuaian nilai tegangan yang diperoleh pada saat pengujian adalah sebesar  $\pm 0.5\%$  dari nilai tegangan yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan rumus.

#### 4.1.2 Transformator Tiga Fase, 200 kVA, 50 Hz, 20kV / 400V, Dyn5

##### 1. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengacu pada prosedur pengujian dimana terminal 1U *dijumper* dengan terminal 2U, dan disupply dengan tegangan 200V

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan data pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Hasil pengukuran pengujian *vector group* transformator hubungan Dyn5

Terminal High Voltage	Supply tegangan	Hasil pengukuran Pada terminal LV	Hasil pengukuran Pada terminal LV
1U - 1V	200 V	1V - 2V = 204	1V - 2W = 204 V
1U - 1W	200 V	1W - 2W = 204 V	1W - 2V = 200 V
1V - 1W	200 V		

Setelah didapatkan hasil pengujian, akan dibandingkan dengan hasil perhitungan rumus dan diagram ukur dari tabel 3.4.

Tabel 4.4 Perbandingan nilai tegangan berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan dan pengujian *vector group* Dyn5

No	Terminal Pengukuran	Hasil Pengukuran	Hasil perhitungan rumus pengujian <i>vector group</i>	Hasil perhitungan gambar diagram ukur <i>vector group</i>
1	1V - 2W	204 Volt	203,48 Volt	205,12 Volt
2	1W - 2V	200 Volt	200 Volt	199,76 Volt
3	1V - 2V	204,1 Volt	203,48 Volt	205,12 Volt
4	1W - 2W	204 Volt	203,48 Volt	205,12 Volt

Maka berdasarkan data tersebut dinyatakan *vector group* transformator

yang diuji telah sesuai dengan *vector group* yang terdapat pada *nameplate*. Karena Toleransi ketidaksesuaian nilai tegangan yang diperoleh pada saat pengujian adalah sebesar  $\pm 0.5\%$  dari nilai tegangan yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan rumus.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian *vector group* transformator distribusi tiga fase di PT. TRAFINDO dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tujuan dilakukannya pengujian *vector group* transformator untuk mengetahui hubungan belitan pada sisi primer dan sisi sekunder agar mencocoki dengan yang tercantum pada *nameplate*.
2. Berdasarkan hasil perhitungan rumus dan juga diagram ukur pengujian *vector Group* transformator dilakukan .
3. Indikasi kegagalan pengujian *vector group* :
  - a. Kegagalan dapat terjadi ketika nilai tegangan yang diperoleh tidak sesuai dengan perhitungan (rumus).
  - b. Kegagalan dapat terjadi ketika nilai tegangan tidak mencocoki diagram perbandingan *vector group* pada bagian tegangan primer dan sekunder.
  - c. Kegagalan dapat terjadi ketika toleransi ketidaksesuaian nilai tegangan yang diperoleh pada saat pengukuran adalah sebesar  $\pm 0.5\%$  dari nilai tegangan yang seharusnya.
4. Beberapa faktor kegagalan dari pengujian *vector Group* transformator :
  - a. Terjadinya kesalahan dalam menghubungkan belitan primer dan belitan sekunder.
  - b. Terjadi kesalahan dalam penggulungan kumparan primer maupun kumparan sekunder.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Husodo, Budi Yanto, 2010 "Analisis Vector Group Pada Hubungan Pararel Transformator Unit Gardu Bergerak". Jakarta.
2. Chapman, Stephen J, 1985 " *Electric Machinery Fundamental* " McGraw-Hill Book Company.
3. Kadir, Abdul, 2000 " *Transformator* ", Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
4. The J & P, 1961 " *Transformer Book* ", London, Londonb Newnes Butter Worths.
5. Winders, Jr., John J., 2002 " *Power Transformer Principles and Applications* ", New York: Marcell Dekker, Inc.
6. -----, IEE Standard Test Code for Liquid-Imersed Distribution, Power, and Regulating Transformer.
7. -----, 1987. "Standar Perusahaan Listrik Negara ( SPLN ) 50 . Jakarta.