

PENGUJIAN KENAIKAN SUHU PADA PERANGKAT HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH DI LEMBAGA MASALAH KELISTRIKAN

Eri Suherman¹, Riky Burmansyah²

¹Dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Darma Persada

Abstrak

Perangkat hubung bagi menurut definisi PUIL, adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat tenaga listrik. Adapun bentuknya dapat berupa box, panel, atau lemari. Perangkat hubung bagi dapat mengurangi dampak bahaya dari listrik, karena di dalamnya terdapat pemutus arus, sehingga dapat mengurangi tingkat bahaya listrik terhadap human, production, environment dan juga equipment. Agar peralatan hubung bagi berjalan sesuai standar maka diperlukan pengujian yaitu kenaikan suhu. Pengujian pada perangkat hubung bagi dilakukan oleh suatu lembaga dari Perusahaan Umum Listrik Negara, yaitu Lembaga Masalah Kelistrikan disingkat LMK. Setelah dilakukan pengujian dari berbagai bahan maka dinyatakan lulus karena sudah sesuai dengan standar. Hasil pengujian kenaikan suhu adalah benda uji dinyatakan lulus pengujian dikarenakan suhu dari channel 1 hingga channel 33 tidak ada yang melebihi batas persyaratan standar kenaikan suhu. Misalnya Channel nomor 4 yang berbahan logam dengan suhu yang terukurnya adalah $58,2^{\circ}\text{C}$ dikurangi suhu ruangan $27,4^{\circ}\text{C} = 30,8^{\circ}\text{C}$ dianggap lulus karena hasilnya tidak melebihi 50°C . Channel nomor 11 yang berbahan tembaga dengan suhu yang terukurnya adalah $61,0^{\circ}\text{C}$ dikurangi suhu ruangan $27,4^{\circ}\text{C} = 33,6^{\circ}\text{C}$ dianggap lulus karena hasilnya tidak melebihi 60°C .

Kata kunci :PUIL, PHB, LMK, pengujian suhu, pengujian tahanan

1. PENDAHULUAN

Perangkat Hubung Bagi atau biasa disebut PHB menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendali dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik. Adapun bentuknya dapat berupa box, panel, atau lemari. Perangkat hubung bagi ini merupakan bagian dari suatu sistem suplai. Sistem suplai itu sendiri pada umumnya terdiri atas : Pembangkitan (Generator), Penghantar (Transmisi), Pemindahan Daya (Transformator). Sebelum tenaga listrik sampai ke peralatan konsumen seperti motor-motor, katup selenoid, pemanas, lampu-lampu penerangan, AC dan sebagainya, biasanya melalui PHB terlebih dahulu.

2. PEMILIHAN PERALATAN HUBUNG BAGI

Ada beberapa kriteria didalam memilih Perangkat Hubung Bagi yang akan digunakan sebagai berikut :

a. Arus

Yang dimaksud dengan arus ini adalah erat kaitannya dengan PHB itu sendiri yang dipakai untuk melayani sejumlah beban yang sudah diperhitungkan sebelumnya, sehingga dalam pemilihan PHB itu perlu mempertimbangkan besarnya arus yang akan

mengalir di PHB tersebut. Yang berkaitan dengan arus ini apa yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Rating arus rel
2. Rating arus saluran masuk
3. Rating arus saluran keluar
4. Rating kemampuan rel dalam menahan arus hubungan singkat
- 5.

b. Proteksi dan Instalasi

Didalam memilih PHB perlu dipertimbangkan pula kriteria pengaman dan pemasangannya yaitu antara lain :

1. Tingkat pengamanan
2. Metode instalasinya
3. Jumlah muka operasinya
4. Peralatan ukur untuk proteksi
5. Bahan selungkupnya

c. Pemasangan Komponen PHB

Terdapat beberapa macam pemasangan dalam pemasangan komponen PHB yaitu :

1. Pemasangan tetap (*non-withdrawable*)
2. Pemasangan yang dapat dipindah-pindah (*removable*)
3. Pemasangan sistem laci (*withdrawable*)

d. Aplikasi

Bentuk dan konstruksi PHB yang ada dipasaran sangat banyak, sehingga susah untuk membedakan PHB jika dilihat dari bentuk fisiknya saja. Untuk membedakan PHB yang jenisnya sangat bervariasi akan lebih tepat jika ditinjau dari aplikasinya.

Berikut adalah contoh dari beberapa pemakaian PHB yang lazim ditemui dilapangan :

1. PHB untuk penerangan dan daya
2. PHB untuk unit konsumen
3. PHB untuk distribusi sistem saluran penghantar (*trunking*)
4. PHB untuk perbaikan faktor daya
5. PHB untuk distribusi di industri
6. PHB untuk distribusi motor-motor
7. PHB utama
8. PHB untuk distribusi
9. PHB untuk sistem kontrol

3. PENGUJIAN KENAIKAN SUHU PADA PERANGKAT HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH

a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan Perangkat Hubung Bagi pada tegangan rendah dengan arus pengenal sampai dengan 1000 Ampere, untuk jaringan distribusi tegangan rendah yang diperuntukkan bagi konsumen umum.

Perangkat Hubung Bagi ini untuk konsumen khusus yang menggunakan jumlah jurusan berbeda, seperti dua jurusan, empat jurusan, enam jurusan, bahkan ada yang delapan jurusan.

b. Klasifikasi Pengujian

Pengujian ini untuk mengetahui ketahanan benda uji saat dilewati arus listrik (KHA) supaya komponen benda uji tersebut sesuai dengan standarisasi PLN. Dalam pengujian memiliki beberapa klasifikasi pengujian sebagai berikut :

- Uji Jenis

Pengujian secara lengkap terhadap sampel prototipe yang mewakili suatu tipe Perangkat Hubung Bagi yang disiapkan oleh pabrikan atau pemasok untuk membuktikan apakah jenis tersebut memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar ini. Pengujian jenis ini dilakukan sebelum diadakan produksi massal.

- Uji Rutin

Pengujian yang dilakukan oleh pabrikan terhadap seluruh tipe Perangkat Hubung Bagi yang diproduksi untuk memisahkan yang cacad atau yang menyimpang dari persyaratan standar.

- Uji Serah-Terima

Pengujian yang dilakukan terhadap sampel yang mewakili sejumlah Perangkat Hubung bagi yang akan diserahkan-terimakan. Uji serah terima hanya dapat dilakukan bila tipe PHB-TR yang akan diserahkan-terimakan telah lulus uji jenis atau verifikasi perbandingan dan sudah diuji rutin serta dilengkapi dengan *packing list*. Jumlah sampel dan ketentuan penerimaan tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Jumlah Sampel Uji Serah-Terima

Jumlah yang diserahkan-terimakan	Level Inspeksi		Jumlah Maksimum kegagalan yang dapat diterima
	II	I	
2 s/d 8	2	2	0
9 s/d 15	3	2	0
16 s/d 25	5	4	0
26 s/d 50	8	5	0
51 s/d 90	13	5	0
91 s/d 150	20	8	0
151 s/d 280	32	13	1
281 s/d 500	50	20	1
501 s/d 1200	80	32	2
1201 s/d 3200	125	50	3
3201 s/d 4000	200	80	5

Sumber : SPLN D3.016-1: 2010

Seperti yang tertera pada Tabel 1. Level Inspeksi yang digunakan adalah level II. Laboratorium dapat menerapkan Level Inspeksi I dengan mempertimbangkan rekam jejak suatu pabrikan pada uji serah terima Level II, namun tidak diperbolehkan ada sampel yang gagal.

- Uji Petik

Pengujian petik dilakukan terhadap sejumlah sampel Perangkat Hubung Bagi baru yang diambil gudang PLN atau pabrikan atau pemasok untuk melihat kesesuaian kinerjanya. Pada dasarnya mata uji untuk uji petik sama dengan uji rutin, namun untuk keperluan investigasi terhadap permasalahan PHB-TR dilapangan dapat ditambahkan

dengan mata uji lain dari kelompok mata uji jenis yang berkaitan dengan masalah tersebut.

Pengambilan sampel dilakukan oleh PLN unit yang berkepentingan dan atau PLN Pusat Sertifikasi dalam rangka SPM.

4. NILAI PENGENAL

Tipe Perangkat Hubung Bagi dinotasikan sebagai berikut :

- AA : desain pemasangan Perangkat Hubung Bagi pada standar
Ini desain pemasangan adalah PD (Pasangan Dalam)
- BBBB : arus pengenal dalam satuan Ampere terdiri dari 400 A
atau 1000 A
- C : jumlah jurusan terdiri dari 2 atau 4 atau 6 atau 8
- DDDD : jenis sakelar utama terdiri dari LBS, MCCB dan Fuse
Switch (FS)

Contoh : PD-400-2-LBS

Menyatakan : PHB-TR Pasangan Dalam dengan arus pengenal 400 A yang memiliki sirkit keluaran 2 jurusan, dengan jenis sakelar utama pemutus beban (LBS).

Nilai Pengenal dari tipe PHB-TR adalah :

- Tegangan Pengenal : 400 V
- Frekuensi Pengenal : 50 Hz
- Tegangan Ketahanan Impuls : 6 kV/1,2 x 50 μ det
- Tegangan ketahanan frekuensi daya: 3 kV
- Ketahanan Hubung Singkat (Icw) : Lihat Tabel 3.2 kolom 5
- Batas Kenaikan Suhu : Lihat Tabel 3.4

Tabel 2. Tipe PHB-TR Pasangan Dalam

Tipe	Arus Pengenal (A)	Jumlah Jurusan	Kapasitas Transformator Maksimum (kVA)	Ketahanan Hubung-Singkat 1 detik (kA)
1	2	3	4	5
PD-400-2-LBS	400	2	250	± 10
PD-400-2-MCCB				
PD-630-4-LBS	630	4	400	± 16
PD-630-4-MCCB				
PD-630-4-FS				
PD-1000-6-LBS	1000	6	630	± 25
PD-1000-6-MCCB				
PD-1000-8-LBS	1000	8	630	± 25
PD-1000-8-MCCB				

Sumber : SPLN D3.016-1: 2010

CATATAN : Pada Tabel 2. Ketahanan hubung-singkat (Icw = *short-time withstand current*) dari tipe-tipe Perangkat Hubung Bagi pada kolom 5 diperhitungkan berdasarkan kapasitas maksimum transformator tersebut pada kolom 4. Berdasarkan ketahanan hubung-singkat ini menghubungkan keluaran sebuah transformator dengan dua buah Perangkat Hubung Bagi tidak diizinkan.

Kondisi Ruang Pengujian sebagai berikut :

- Kondisi Ruang Pengujian antara lain :
 - a. Suhu sekitar : 27°C - 33°C
 - b. Tekanan udara : 1012 - 1015 mBar
 - c. Kelembaban relatif : 70% – 95%
 - d. Kelembaban absolut : 18g/m³ – 23 g/m³
 - e. Untuk kondisi khusus, ruang uji dapat dipersempit, sehingga suhu dan kelembaban dapat diatur.

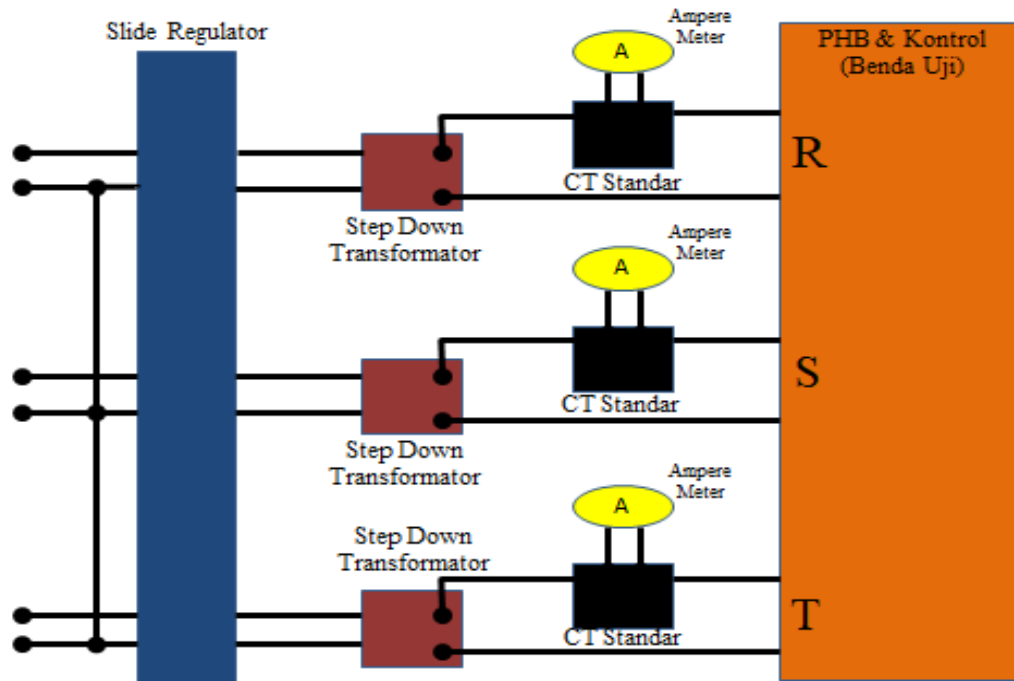
PELAKSANAAN PENGUJIAN

- a. Terima barang yang akan diuji dari *ADTND*.
- b. Lakukan pemeriksaan kesesuaian barang dengan kartu barang yang terpasang pada benda uji. Bila contoh telah sesuai, bubuhkan tanda bukti penerimaan pada buku ekspedisi dari *ADTND* dan berikan tanda status barang belum diuji pada kartu barang.
- c. Catat/agendakan benda uji pada buku agenda penerimaan benda uji, tempatkan benda uji pada tempat yang telah disediakan.
- d. Tempatkan benda uji yang sedang dalam pelaksanaan pengujian ditempat yang telah disediakan, berikan tanda status barang sedang diuji pada kartu barang.
- e. Setelah benda diuji, simpan pada tempat yang telah disediakan dan berikan tanda status barang telah diuji pada kartu barang.

LANGKAH PEKERJAAN

- a. Pabrikan harus memastikan benda uji sudah siap tes saat berada benda uji di dalam laboratorium.
- b. Penguji menyiapkan dan memasang kabel eksternal yang sesuai dengan standar pengujian dan sesuai dengan rating panel.
- c. Penguji melakukan pengujian tahanan kontak sebelum melakukan pengujian kenaikan suhu.
- d. Penguji memasang kabel thermocouple pada setiap titik benda uji.
- e. Penguji menaikkan arus dari trafo arus menuju benda uji dengan menggunakan slide regulator dan sesuaikan dengan arus pengenal, saat menaikkan arus harus dibawah arus pengenal sebanyak 1%.
- f. Penguji melakukan penyeimbangan pada setiap kabel jurusan, agar arus yang keluar dari fuse seimbang pada setiap jurusan.
- g. Proses pengujian kenaikan suhu sekitar 5-6 jam.
- h. Penguji akan memonitoring dan mencatat hasil yang keluar dari thermo recorder sejam sekali.
- i. Penguji melakukan pengujian tahanan kontak kembali untuk memastikan *losses* masih sesuai dengan standar.
- j. Penguji melakukan pelepasan kabel eksternal dan kabel thermocouple.
- k. Langkah-langkah dan ketentuan-ketentuan selanjutnya yang lebih rinci sesuai standar listrik terkait.
- l. Benda yang telah diuji diberi tanda telah diuji.

CATATAN : benda yang telah diuji akan dinyatakan lulus atau tidaknya tergantung dengan hasil tes laboratorium, apakah sesuai standar atau tidak !



Gambar 1. Rangkaian Pengujian Kenaikan Suhu

Rangkaian pengujian seperti yang terlihat pada gambar 1. Tegangan sumbernya adalah 380 V masuk ke dalam trafo arus untuk menaikkan arus sesuai dengan rating panel, kemudian melalui trafo step down untuk menurunkan tegangan hingga dibawah 30V dikarenakan untuk mengurangi resiko tersetrum saat menjalani proses pengujian. Arus akan melewati beban dan lalu kembali lagi ke trafo step down, proses ini menggunakan proses *Looping*.

Proses pengujian kenaikan suhu ini sedang berlangsung selama kurang lebih 5 jam – 6 jam, lalu setiap 1 jam sekali hasil kenaikan suhu akan di record dan dicatat.

4. HASIL PENGUJIAN TAHANAN KONTAK PHB

Tahanan kontak adalah suatu alat untuk mengetahui besarnya tahanan isolasi dari suatu peralatan listrik, merupakan hal yang penting untuk menentukan apakah peralatan tersebut dapat dioperasikan dengan aman. Lalu untuk pengujian pada PHB-TR ini sendiri fungsinya adalah untuk memastikan perubahan kontak masih dalam toleransi untuk *after* dan *before* pada pengujian kenaikan suhu. Nilai tahanan kontak yang normal sesuai dengan meng-*adopt* ketentuan tahanan kontak dari negara lain ditetapkan nilai tahan kontak antara 100-200 $\mu\Omega$. Pertemuan dari beberapa konduktor menyebabkan suatu hambatan terhadap arus yang melaluinya sehingga akan terjadi panas dan menjadikan kerugian teknis. Rugi ini sangat signifikan jika nilai tahanan kontaknya sangat tinggi.

Pada tabel 3 adalah hasil pengujian tahanan kontak dengan cara benda uji di *inject* dan dialiri arus 100A, maka alat uji akan membaca drop voltage dan akan dibagi arus 100A lalu menampilkan hasil yaitu nilai hambatan pada setiap fasenya. Nilai hambatan yang keluar akan dicatat.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tahanan Kontak

Titik Pengukuran	Arus Uji (A DC)	Hasil Pengukuran ($\mu\Omega$)							
		Sebelum Kenaikan Suhu			Suhu Ruang ($^{\circ}\text{C}$)	Sesudah Kenaikan Suhu			Suhu Ruang ($^{\circ}\text{C}$)
		R	S	T		R	S	T	
Total	100 A	130	169	151,4	28 $^{\circ}$	127,3	163,9	164,5	29 $^{\circ}$
LBS		75,3	67	95,2		71,5	65,6	103,2	

Sumber : Hasil pengukuran langsung dari lapangan

Prinsip dasar tahanan kontak adalah sebagai berikut :

1. Rangkaian tenaga listrik sebagian besar terdiri dari banyak titik sambungan. Sambungan adalah dua atau lebih permukaan dari beberapa jenis konduktor bertemu secara fisik sehingga arus/energi listrik dapat disalurkan tanpa hambatan yang berarti.
2. Pertemuan dari beberapa konduktor menyebabkan suatu hambatan/resistansi terhadap arus yang melaluinya sehingga akan terjadi panas dan menjadikan kerugian teknis.
3. Rugi-rugi ini sangat signifikan jika nilai tahanan kontakannya tinggi.

HASIL PENGUJIAN SUHU

Ada batas-batas standar yang sudah ditetapkan oleh PT Pusat Sertifikasi pada setiap pengujian. Berikut adalah standar yang ada pada pengujian kenaikan suhu.

Tabel 5. Standar Kelulusan Pengujian Kenaikan Suhu

Bagian yang diuji	Material	Persyaratan Standar
Suhu ruang	-	-
Tuas Peralatan yang dioperasikan manual	Bahan non logam	25 $^{\circ}$
Permukaan luar selungkup	Bahan logam	30 $^{\circ}$
Sambungan busbar-busbar, busbar-komponen	Bahan logam	50 $^{\circ}$
Kontak Fuse	Tembaga lapis perak	60 $^{\circ}$
Terminal untuk kabel eksternal	Tembaga lapis perak	35 $^{\circ}$
	Tembaga lapis timah	35 $^{\circ}$

Sumber : SPLN D3.016-1: 2010

Pada Tabel 5. ini menyatakan bahwa setiap benda uji memiliki bahan material yang berbeda dan persyaratan standar yang juga berbeda.

Pada Pengujian Kenaikan Suhu PHB-TR tidak semua benda uji bisa lulus pengujian, karena bahan pada benda uji biasanya tidak sesuai dengan standar. Hasil yang gagal test ditunjukkan oleh tabel 6 dan yang lulus test ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 6. hasil gagal tes

Bagian yang diuji	Material	No.	Suhu (°C)	Kenaikan suhu (°C)	
				Hasil ukur	Persyaratan Standar
Suhu ruang	-	1	28,5	-	-
		2	28,6	-	
		3	28,5	-	
Suhu di dalam panel	-	16	48,3	-	-
Tuas Peralatan yang dioperasikan manual	Bahan non-logam	28	42,9	14,4	25
Permukaan luar selungkup	Bahan logam	29	38,4	9,9	30
		30	35,8	7,3	
Sambungan busbar - busbar, busbar – komponen	Bahan logam	4	66,8	38,3	50
		5	70,5	42,0	
		6	68,7	40,2	
		7	72,6	44,1	
		8	78,2	49,7	
		9	81,4	52,9	
		10	77,5	49,0	
		23	86,4	57,9	
Kontak Fuse sistem pegas	Tembaga Lapis Perak	24	88,5	60,0	60
		11	98,1	69,6	
		12	97,8	69,3	
		13	96,7	68,2	
		14	97,8	69,3	
		15	93,6	65,1	
		17	99,7	71,2	
		18	100,4	71,9	
		19	94,7	66,2	
		20	94,5	66,0	
Terminal untuk kabel eksternal	Tembaga lapis perak	21	85,5	57,0	35
		22	88,5	60,0	
		31	56,1	27,6	
	Tembaga lapis timah	32	62,0	33,5	
		33	58,8	30,3	
		25	63,9	35,4	
26	65,4	36,9			
27	68,9	40,4			

Sumber : Hasil pengukuran langsung dari lapangan

Catatan :

Hasil pengujian yang gagal yang tetera pada tabel 3.6. kemungkinan dari bahan material benda uji yang tidak sesuai dengan standar PLN, kemungkinan lainnya dari cara pemasangan benda uji yang tidak rapat yang mengakibatkan arus tidak mengalir secara maksimal dan mengakibatkan panas berlebih. Suhu yang melebihi dari batas persyaratan standar dianggap gagal walaupun hanya satu titik yang melebihi syarat

standar tetap dianggap tidak lulus tes. Tetapi ada kemungkinan di uji ulang dikarenakan pemasangan kabel thermo couple tidak terpasang dengan erat yang mengakibatkan terjadinya *floating* dan pembacaan thermo recorder menjadi salah.

Tabel 7. hasil lulus tes

Bagian yang diuji	Material	No.	Suhu (°C)	Kenaikan suhu (°C)	
				Hasil ukur	Persyaratan Standar
Suhu ruang	-	1	27,2	-	-
		2	27,4	-	
		3	27,4	-	
Suhu di dalam panel	-	16	40,6	-	-
Tuas Peralatan yang dioperasikan manual	Bahan non-logam	28	36,9	9,5	25
Permukaan luar selungkup	Bahan logam	29	32,6	5,2	30
		30	32,5	5,1	
Sambungan busbar - busbar, busbar – komponen	Bahan logam	4	58,2	30,8	50
		5	60,3	32,9	
		6	60,6	33,2	
		7	56,7	29,3	
		8	59,4	32,0	
		9	62,5	35,1	
		10	57,1	29,7	
		23	58,2	30,8	
		24	58,4	31,0	
Kontak Fuse sistem pegas	Tembaga Lapis Perak	11	61,0	33,6	60
		12	61,2	33,8	
		13	62,0	34,7	
		14	61,2	33,8	
		15	61,8	34,5	
		17	60,0	32,6	
		18	60,5	33,2	
		19	59,6	32,2	
		20	58,0	30,6	
		21	54,2	26,8	
Terminal untuk kabel eksternal	Tembaga lapis perak	31	52,9	25,5	35
		32	53,6	26,3	
		33	55,3	27,9	
	Tembaga lapis timah	25	44,3	16,9	
		26	45,3	17,9	
		27	47,8	20,4	

Sumber : Hasil pengukuran langsung dari lapangan

Pada tabel 7. ini menyatakan bahwa dalam hasil pengujian kenaikan suhu benda uji dinyatakan lulus pengujian dikarenakan suhu dari channel 1 hingga channel 33 tidak ada yang melebihi batas persyaratan standar kenaikan suhu.

Persyaratan kelulusan saat pengujian kenaikan suhu adalah :

Suhu yang terukur – Suhu Ruang = dibawah syarat standar kenaikan suhu

Misalkan :

Channel nomor 4 yang berbahan logam dengan suhu yang terukurnya adalah $58,2^{\circ}\text{C}$ dikurangi suhu ruangan $27,4^{\circ}\text{C} = \underline{30,8^{\circ}\text{C}}$ dianggap lulus karena hasilnya tidak melebihi 50°C .

Channel nomor 11 yang berbahan tembaga dengan suhu yang terukurnya adalah $61,0^{\circ}\text{C}$ dikurangi suhu ruangan $27,4^{\circ}\text{C} = \underline{33,6^{\circ}\text{C}}$ dianggap lulus karena hasilnya tidak melebihi 60°C .

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada pengujian yang dilakukan LMK Pusat Sertifikasi selalu menggunakan standar yang berkaitan dengan pengujian yang akan dilakukan.
2. Pengujian kenaikan suhu dilakukan dengan menaikkan arus sesuai dengan arus pengenal atau dibawah 1% dibawah rating arus pengenal.
3. Saat pemasangan kabel thermocouple harus sangat menempel dengan erat di titik benda uji, karena akan sangat berpengaruh pada hasil yang keluar di layar thermo recorder.
4. Setiap pengujian kenaikan suhu, penguji selalu memperhatikan kabel konduktor yang sesuai dengan rating arus pengenal.
5. Tidak ada toleransi dalam hasil pengujian, walaupun hanya satu titik yang melebihi syarat standar maka benda uji tetap akan dinyatakan tidak lulus.

DAFTAR PUSTAKA

1. IEC: 1999+A1, 2004, ***Standard cross-sections of copper conductors corresponding and test copper conductors for rated currents***
2. PT. PLN Persero, 2007, ***Praktikum Pengujian Peralatan Tegangan Tinggi Pengantar Praktikum PT. PLN Persero***, Jakarta
3. SNI IEC 61439-1, 2011, sub ayat 10.10, ***Pengujian Kenaikan Suhu***
4. SNI IEC 60947-1, 2009, ***Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali Tegangan Rendah Bagian 1: Aturan Umum***
5. SPLN D3.016-2, 2013, ***Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Bagian 2: Pasangan Dalam***
6. SPLN D3.016-1, 2010, ***Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Bagian 1: Pasangan Luar***