



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP
PENGHANTAR LISTRIK NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV**

SKRIPSI

**RUDY TRIANDI
0706199874**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP
PENGHANTAR LISTRIK NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**RUDY TRIANDI
0706199874**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : RUDY TRIANDI

NPM : 0706199874

Tanda Tangan :

Tanggal : 28 Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Rudy Triandi
NPM : 0706199874
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis pengaruh temperatur terhadap penghantar listrik
NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kv

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Aji Nur Widyanto, ST, MT ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Rudy Setiabudy, DEA ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, MK, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Desember 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, saya tidak akan mampu menyelesaikannya. Untuk itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Aji Nur Widyanto, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Orang tua tercinta, kakak, adik dan keluarga besar yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
- (3) Teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini, khususnya rekan skripsi Reza Perkasa Alamsyah.

Akhirnya, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi semua.

Depok, 28 Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rudy Triandi
NPM : 0706199874
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap
Pengantar Listrik NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 28 Desember 2010

Yang menyatakan

(Rudy Triandi)

ABSTRAK

Nama : Rudy Triandi
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Penghantar Listrik
NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV

Penghantar merupakan salah satu komponen terpenting dalam sistem distribusi daya listrik. Kemampuan penghantar dalam menghantarkan arus listrik salah satunya dipengaruhi oleh temperatur penghantar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap penghantar NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pada penghantar, maka penghantar diberikan arus sebesar 0.6-1In dengan variasi suhu 25-70°C. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa temperatur di sekitar penghantar menyebabkan kenaikan resistansi konduktor meningkat lebih tinggi saat pengujian dengan temperatur yang lebih tinggi daripada pengujian dalam kondisi normal (25°C). Kenaikan resistansi rata-rata dari semua variasi pengujian sebesar 0.163Ω. Temperatur di sekitar penghantar juga menyebabkan perubahan konduktivitas penghantar, semakin besar suhu di sekitar penghantar maka konduktivitas penghantar akan semakin kecil.

Kata kunci:
Penghantar, resistansi, konduktivitas

ABSTRACT

Name : Rudy Triandi
Study Program : Electrical Engineering
Title : Analysis of Temperature Effect on Conductor
NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV

Conductor is one of the most important component in the electric power distribution system. Conductors have ability to deliver electrical current. This ability depend on conductor's temperature. This research has purpose to get effect of temperature on conductor NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV. Conductor will be given current rating 0.6-1In with temperature 25-70°C. Based on the test, the temperature surrounding conductor cause increasing conductor's resistance higher than testing on normal condition (25°C). The average resistance increment from all testing variation is 0.163Ω. The temperature also cause conductor conductivity changed, increasing of temperature surrounding conductor will decrease conductor conductivity.

Key words:
Conductor, resistance, conductivity

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Skripsi	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 DASAR TEORI	3
2.1 Penghantar Listrik	3
2.1.1 Kabel Pilin Udara Tegangan Pengenal 0,6/1 kV NFA2X/NFA2X-T	3
2.1.2 Penggunaan	3
2.1.3 Definisi Tegangan Pengenal	3
2.2 Penandaan	4
2.2.1 Kode Pengenal	4
2.2.2 Tanda Pengenal Inti	5
2.2.3 Penandaan Pada Kabel	5
2.2.4 Contoh Penandaan	6
2.2.5 Penandaan Pada Kemasan	6
2.3 Ketentuan Tegangan	7
2.4 Konstruksi	7
2.5 Bahan	8
2.5.1 Penghantar untuk Kabel Pilin Udara dengan Netral sebagai Penggantung	8
2.5.2 Penghantar untuk Kabel Pilin Udara dengan Netral bukan sebagai Penggantung	8
2.5.3 Isolasi	9
2.6 Kemasan	9
2.7 Bahan Konduktor	9
2.7.1 Resistifitas dan Konduktivitas	10
2.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Resistifitas dan Konduktivitas	10
2.7.3 Sifat Bahan dengan Resistifitas Rendah	11

BAB 3 METODE PENGUJIAN	12
3.1 Sampel Pengujian	12
3.2 Peralatan Pengujian	13
3.3 <i>Chamber</i> Pengujian	15
3.4 Rangkaian Pengujian	16
3.5 Persiapan Pengujian	17
3.6 Syarat-syarat Pengujian	19
3.7 Prosedur Pengujian	19
BAB 4 HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS	20
4.1 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi	20
4.1.1 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,6In	20
4.1.2 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,7In	22
4.1.3 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,8In	25
4.1.4 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,9In	27
4.1.5 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji In	30
4.2 Pengukuran Resistansi	32
4.3 Analisa Hasil Pengujian Temperatur Konduktor	33
4.4 Analisa Hasil Pengujian Temperatur Isolasi	37
4.5 Analisa Perubahan Resistansi Konduktor	41
4.6 Analisa <i>Time Response</i>	46
BAB 5 KESIMPULAN	50
DAFTAR ACUAN	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh penandaan	6
Gambar 3.1	Kabel NFA2X 2x10 mm ² 0,6/1kV	12
Gambar 3.2	Sumber tegangan AC 220 V, 50 Hz	13
Gambar 3.3	High current injector test set	13
Gambar 3.4	Mili-Ohm Meter	14
Gambar 3.5	Digital Clamp Meter	14
Gambar 3.6	Infrared Thermometer	14
Gambar 3.7	Stopwatch	15
Gambar 3.8	Model <i>chamber</i> pengujian	15
Gambar 3.9	<i>Chamber</i> pengujian	16
Gambar 3.10	Rangkaian pengujian temperatur ruang	16
Gambar 3.11	Rangkaian pengujian dengan dipanaskan	17
Gambar 3.12	Sampel pengujian	17
Gambar 3.13	Pengukuran resistansi konduktor	18
Gambar 3.14	Pengukuran arus	18
Gambar 3.15	Titik pengukuran temperatur konduktor	18
Gambar 4.1	Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,6In	21
Gambar 4.2	Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,6In	22
Gambar 4.3	Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,7In	23
Gambar 4.4	Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,7In	24
Gambar 4.5	Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,8In	26
Gambar 4.6	Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,8In	27
Gambar 4.7	Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,9In	28
Gambar 4.8	Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,9In	29
Gambar 4.9	Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji In	31
Gambar 4.10	Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji In	32
Gambar 4.11	Grafik resistansi konduktor setelah pengujian	33
Gambar 4.12	Grafik Nilai <i>steady state</i> temperatur konduktor	34
Gambar 4.13	Grafik nilai perubahan temperatur konduktor selama pengujian	35
Gambar 4.14	Grafik persentase perubahan temperatur konduktor dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian	36
Gambar 4.15	Grafik persentase perubahan temperatur konduktor berdasarkan arus pengujian	36

Gambar 4.16	Grafik nilai <i>steady state</i> temperatur isolasi	38
Gambar 4.17	Grafik nilai perubahan temperatur isolasi selama pengujian	39
Gambar 4.18	Grafik persentase perubahan temperatur isolasi dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian	40
Gambar 4.19	Grafik persentase perubahan temperatur isolasi berdasarkan arus pengujian	40
Gambar 4.20	Grafik <i>time response</i> kesetimbangan suhu konduktor pengujian suhu 25°C	48
Gambar 4.21	Grafik <i>time response</i> kesetimbangan suhu isolasi pengujian suhu 25°C	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konstruksi penghantar netral untuk kabel pilin udara dengan netral sebagai penggantung	7
Tabel 2.2	Konstruksi penghantar netral untuk kabel pilin udara dengan netral bukan sebagai penggantung	7
Tabel 2.3	Panjang kabel dalam kemasan	9
Tabel 4.1	Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,6In	20
Tabel 4.2	Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,6In	21
Tabel 4.3	Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,7In	22
Tabel 4.4	Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,7In	23
Tabel 4.5	Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,8In	25
Tabel 4.6	Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,8In	26
Tabel 4.7	Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,9In	27
Tabel 4.8	Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,9In	28
Tabel 4.9	Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji In	30
Tabel 4.10	Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji In	31
Tabel 4.11	Resistansi konduktor setelah pengujian	32
Tabel 4.12	Nilai <i>steady state</i> temperatur konduktor	33
Tabel 4.13	Nilai perubahan temperatur konduktor selama pengujian	34
Tabel 4.14	Persentase perubahan temperatur konduktor dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian	35
Tabel 4.15	Persentase kenaikan temperatur konduktor dengan berbagai variasi arus pengujian	37
Tabel 4.16	Persentase kenaikan temperatur konduktor dengan berbagai variasi temperatur pengujian	37
Tabel 4.17	Nilai <i>steady state</i> temperatur isolasi	38
Tabel 4.18	Nilai perubahan temperatur isolasi selama pengujian	38
Tabel 4.19	Persentase perubahan temperatur isolasi dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian	39
Tabel 4.20	Persentase kenaikan temperatur isolasi dengan berbagai variasi arus pengujian	41
Tabel 4.21	Persentase kenaikan temperatur isolasi dengan berbagai variasi temperatur pengujian	41
Tabel 4.22	Kenaikan resistansi dari suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi	42

Tabel 4.23	Persentase kenaikan resistansi dari suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi	43
Tabel 4.24	Hasil perhitungan nilai resistansi R_0 dengan persamaan temperature koefisien	44
Tabel 4.25	Perhitungan nilai kenaikan resistivity	45
Tabel 4.26	Perhitungan nilai konduktivitas listrik	46
Tabel 4.27	Hasil pengujian <i>time response</i> kesetimbangan suhu konduktor pengujian suhu 25°C	47
Tabel 4.28	Hasil pengujian <i>time response</i> kesetimbangan suhu isolasi pengujian suhu 25°C	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penghantar listrik merupakan salah satu komponen penting dalam distribusi daya listrik. Kemampuan penghantar listrik dalam menghantarkan daya listrik sangat dipengaruhi oleh kualitas konduktor dan resistansinya. Kondisi lingkungan dengan temperatur yang bervariasi akan mempengaruhi konduktor dan resistansinya. Dengan mengetahui pengaruh temperatur terhadap penghantar maka diharapkan akan membantu dalam proses pemilihan penghantar sesuai dengan area kerja penghantar listrik.

1.2 TUJUAN SKRIPSI

Tujuan dari skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap penghantar listrik NFA2X 2x10mm rm 0,6/1kV.
2. Mengetahui karakteristik peningkatan resistansi konduktor dalam rating temperatur 25-70°C dengan arus 0,6 sampai 1 kali arus nominal.

1.3 BATASAN MASALAH

Pada skripsi ini hanya akan dibahas pengujian penghantar listrik tipe NFA2X 2x10 mm 0,6/1 kV, dengan konduktor/inti aluminium dan berisolasi XLPE (*cross linked polyethylene*). Pengujian dilakukan dengan menghantarkan arus bervariasi sebesar 0,6In, 0,7In, 0,8In, 0,9In dan In pada temperatur 25 °C. Sedangkan pengujian dengan *chamber* pemanas dengan rating temperatur 30-70 °C.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penulisan skripsi ini akan disusun secara sistematis yang terdiri dari bagian-bagian yang saling berhubungan sehingga diharapkan akan mudah dipahami. Bab satu berisi latar belakang, tujuan skripsi, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab dua berisi pengenalan penghantar listrik, penandaan, ketentuan tegangan, konstruksi, bahan, kemasan dan spesifikasi kabel yang diuji serta teori dasar bahan konduktor.

Bab tiga menjelaskan tentang sampel pengujian, peralatan yang digunakan, perancangan *chamber*, rangkaian dan metode yang digunakan untuk pengujian. Sedangkan, bab empat berisi hasil pengujian penghantar listrik yaitu, pengaruh temperatur terhadap konduktor dan isolasi, perubahan resistansi sebelum dan sesudah pengujian dalam kondisi normal dan dipanaskan. Bab empat juga berisi analisa hasil pengujian dan pengaruh temperatur terhadap penghantar listrik. Kemudian bab lima sebagai penutup berisi kesimpulan dari keseluruhan proses, hasil dan analisa pengujian penghantar listrik.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Penghantar Listrik^[1]

2.1.1 Kabel Pilin Udara Tegangan Pengenal 0,6/1 kV (NFA2X/NFA2X-T)

Kabel pilin udara tegangan pengenal 0,6/1 kV dibagi menjadi dua, yaitu kabel pilin udara dengan inti netral sebagai penggantung dan kabel pilin udara tanpa penggantung. Kabel pilin udara dengan inti netral sebagai penggantung berisolasi XLPE dengan tegangan pengenal 0,6/1kV. Penghantar fase dan penghantar penerangan jalan terdiri dari kawat-kawat yang dipilin bulat dari aluminium murni. Sedangkan penghantar netral terdiri dari kawat-kawat yang dipilin bulat dari aluminium paduan.

Kabel pilin udara tanpa penggantung berisolasi XLPE dengan tegangan pengenal 0,6/1kV, penghantar fase dan netral terdiri dari kawat-kawat yang dipilin bulat dari aluminium murni atau tembaga polos sejenis setengah keras.

2.1.2 Penggunaan

Kabel pilin udara dengan inti netral sebagai penggantung digunakan untuk saluran udara tegangan rendah yang pemasangannya direntangkan di antara tiang dengan menggunakan klem tarik dan klem gantung. Sedangkan kabel pilin udara tanpa penggantung digunakan untuk saluran masuk pelayanan yang pemasangannya direntangkan antara tiang dan rumah konsumen dengan menggunakan klem tarik.

2.1.3 Definisi Tegangan Pengenal

1. Tegangan pengenal U_0

Tegangan pengenal U_0 adalah tegangan frekuensi kerja antara penghantar fase dan penghantar tanah atau netral.

2. Tegangan pengenal U

Tegangan pengenal U adalah tegangan frekuensi kerja antara penghantar fase.

2.2 Penandaan^[1]

2.2.1 Kode Pengenal

Untuk memudahkan mengenali kabel yang akan dipasang maka kabel dilengkapi dengan kode pengenal. Berikut ini adalah kode pengenal yang digunakan:

Huruf kode	Komponen
NFA	Kabel pilin udara jenis standar dengan aluminium sebagai penghantar
NF	Kabel pilin udara jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar
2X	Isolasi XLPE
-T	Penggantung
rm	Penghantar dipilin bulat

Penandaan kode pengenal dilengkapi dengan jumlah inti, luas penampang penghantar dan tegangan pengenal.

Contoh:

1. NFA2X-T 3 x 70 + 1 x 50 + 2 x 16 rm 0,6/1 kV

Menyatakan kabel pilin udara berisolasi XLPE, berinti 6 terdiri dari 3 inti untuk fase, 1 inti untuk netral sebagai penggantung dan 2 inti untuk saluran penerangan jalan dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV. Berpenghantar aluminium murni yang dipilin bulat dengan luas penampang nominal 70mm^2 untuk inti fase dan luas penampang 16mm^2 untuk inti penerangan jalan, berpenghantar aluminium paduan yang dipilin bulat dengan luas penampang 50mm^2 untuk netral/penghantar.

2. NFA2X-T 3 x 50 rm + 1 x 35 rm 0,6/1kV

Menyatakan kabel pilin udara berisolasi XLPE, berinti 4 terdiri dari 3 inti untuk fase dan 1 inti untuk netral sebagai penggantung, dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV. Berpenghantar aluminium murni yang dipilin bulat dengan luas penampang 50mm^2 untuk inti fase dan berpenghantar aluminium paduan yang dipilin bulat dengan penampang

35mm² untuk netral/panggantung.

3. NFA2X 2 x 10 rm 0,6/1kV

Menyatakan kabel pilin udara berisolasi XLPE dengan netra bukan sebagai panggantung, berinti dua dengan tegangan pengenal 0,6/1kV, berpenghantar aluminium murni yang dipilin bulat dengan luas penampang 10mm².

4. NF2X 4 x 6 rm 0,6/1kV

Menyatakan kabel pilin udara berisolasi XLPE dengan netral bukan sebagai panggantung, berinti empat dengan tegangan pengenal 0,6/1kV, berpenghantar tembaga dengan luas penampang 6mm².

2.2.2 Tanda Pengenal Inti

Isolasi dari semua inti harus berwarna hitam dan pada permukaan diberi tanda:

- Inti fase 1 : sebuah garis menonjol sepanjang inti
- Inti fase 2 : dua buah garis menonjol sepanjang inti
- Inti fase 3 : tiga buah garis menonjol sepanjang inti
- Inti netral/penggantung : polos
- Inti penerangan jalan 1 : sebuah garis menonjol sepanjang inti
- Inti penerangan jalan 2 : dua buah garis menonjol sepanjang inti

Tanda fase dengan garis menonjol tersebut harus dibuat dengan tinggi maksimum 0,5mm, lebar kira-kira 1mm dan jarak antara 2 garis menonjol kira-kira 1mm.

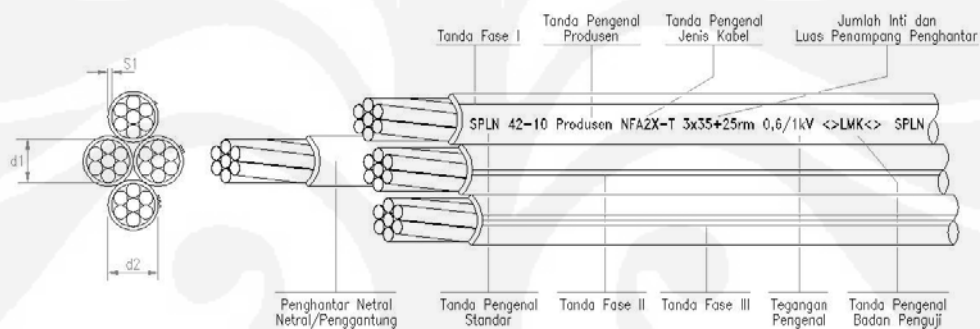
2.2.3 Penandaan Pada Kabel

Pada permukaan isolasi sepanjang kabel dari salah satu inti fase harus diberi tanda pengenal dengan cetak tinta atau cetak timbul yang jelas, tidak mudah terhapus, dengan jarak antara tidak melebihi 50 cm.

Penandaan sekurang-kurangnya adalah:

- Tanda standar SPLN 42-10
- Tanda pengenal produsen
- Kode pengenal jenis kabel
- Jumlah inti dan luas penampang dalam mm²
- Tegangan pengenal
- Tanda pengenal Badan Penguji, bila telah mengadakan perjanjian pengawasan mutu dengan Badan Penguji

2.2.4 Contoh Penandaan



Gambar 2.1 Contoh penandaan

2.2.5 Penandaan Pada Kemasan

Pada setiap kemasan harus tercantum keterangan yang jelas, mudah dibaca dan tidak mudah terhapus. Keterangan sekurang-kurangnya adalah:

- Tanda pengenal SPLN 42-10
- Tanda pengenal produsen
- Kode pengenal jenis kabel
- Jumlah inti dan luas penampang kabel
- Tegangan pengenal
- Panjang kabel, dalam meter
- Arah gulungan dengan tanda anak panah
- Berat bersih dan kotor (sebagai informasi untuk transportasi)

2.3 Ketentuan Tegangan^[1]

Tegangan pengenalan yang ditentukan untuk kabel dinyatakan dengan perbandingan U_0/U dan untuk kabel yang termasuk dalam standar ini adalah 0,6/1kV.

2.4 Konstruksi^[1]

Tabel 2.1 Konstruksi penghantar netral untuk kabel pilin udara dengan netral sebagai penggantung

Luas penampang nominal dan konstruksi	Jumlah/diameter kawat	Toleransi diameter kawat	Langkah pilinan kawat			
			Pilinan dalam		Pilinan luar	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.
mm ²	Buah/mm	mm	x D	x D	x D	x D
25 rm	7/2,13	± 0,025	-	-	10	14
35 rm	7/2,52	± 0,025	-	-	10	14
50 rm	7/3,02	± 0,03	-	-	10	14
70 rm	19/2,17	± 0,025	10	16	10	14

Tabel 2.2 Konstruksi penghantar netral untuk kabel pilin udara dengan netral sebagai penggantung

Luas penampang nominal dan konstruksi	Jumlah/diameter kawat	Toleransi diameter kawat	Langkah pilinan kawat	
			Min.	Maks.
mm ²	Buah/mm	mm	x D	x D
6 rm	7/1,05	± 0,025	10	14
10 rm	7/1,35	± 0,025	10	14
16 rm	7/1,71	± 0,025	10	14
25 rm	7/2,13	± 0,025	10	14
30 rm	7/2,52	± 0,025	10	14

2.5 Bahan^[1]

2.5.1 Penghantar untuk Kabel Pilin Udara dengan Netral sebagai Penggantung.

Penghantar inti fase dan saluran penerangan jalan harus dari bahan aluminium murni sesuai dengan SPLN 41-1.

Penghantar inti netral/penggantung harus dari aluminium paduan sesuai SPLN-41-8 atau yang mempunyai karakteristik sebagai berikut.

- a. Kuat tarik kawat aluminium paduan sebelum dan sesudah pemilinan tidak boleh kurang dari 294 N/mm^2 .
- b. Pemuluran kawat aluminium paduan sebelum dan sesudah pemilinan tidak boleh kurang dari 4%.
- c. Tahanan jenis arus searah pada suhu 20°C maksimum $0,0328 \text{ Ohm}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$.
- d. Komposisi aluminium paduan:
 - Aluminium minimum 97,28%
 - Magnesium $\pm 0,5\%$
 - Silikon $\pm 0,5\%$

2.5.2 Penghantar untuk Kabel Pilin Udara dengan Netral Bukan sebagai Penggantung

Penghantar untuk kabel pilin udara dengan netral bukan sebagai penggantung harus dari bahan:

1. Aluminium murni

Penghantar aluminium murni harus mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Kuat tarik kawat aluminium tidak boleh kurang dari 171 N/mm^2 .
- b. Tahanan jenis arus searah tidak melebihi $0,028624 \text{ Ohm}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$.

2. Tembaga polos jenis setengah keras

Penghantar tembaga polos jenis setengah keras harus mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Kuat tarik kawat sebelum pemilinan tidak boleh kurang dari 350 N/mm^2 .

- b. Pemuluran kawat sebelum pemilinan tidak boleh kurang dari 0,92%.
- c. Tahanan jenis arus searah pada suhu 20°C maksimum 0,01784 Ohm mm²/m.

2.5.3 Isolasi

Isolasi harus dari bahan XLPE sesuai SPLN 41-9.

2.6 Kemasan^[1]

Kabel harus dikemas dengan baik, kuat dan rapi dengan panjang standar kabel sesuai dengan tabel berikut ini.

Tabel 2.3 Panjang kabel dalam kemasan

Jenis Kabel	Panjang (m)	Bentuk Kemasan
NFA2X	500	Drum
NF2X	1000	Drum
NFA2X-T	500	Drum

2.7 Bahan Konduktor^[2]

Semua bahan yang dapat mengalirkan arus dengan mudah dinamakan dengan konduktor. Saat ini terdapat dua jenis material yang banyak digunakan untuk keperluan konduktor, yaitu tembaga dan aluminium. Tembaga memiliki kemampuan hantar arus yang tinggi, sehingga tembaga lebih efisien dibandingkan dengan penghantar listrik yang lain. Karena konduktivitasnya yang baik tembaga tempa merupakan standar internasional untuk pembanding bagi penghantar listrik yang lain. Bahan konduktor yang digunakan untuk saluran listrik dan kabel harus mempunyai rugi daya yang kecil ketika dialiri arus yang besar (untuk kabel, rugi daya dan temperaturnya harus kecil).

2.7.1 Resistifitas dan Konduktivitas

Resistifitas

Resistifitas volume atau resistifitas (tahanan) suatu bahan adalah tahanan antara dua permukaan yang berbeda dan paralel permukaan pada bagian bahan konduktor yang mempunyai panjang satu satuan (1m) dan luas permukaan (1m²). Resistifitas bahan dinyatakan dengan ρ dengan satuan Ωm . Tahanan konduktor dinyatakan dengan R, yaitu:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$

R = tahanan bahan (Ω)

ρ = resistifitas bahan ($\Omega\text{-m}$)

L = panjang penghantar (m)

a = luas penampang penghantar (m²)

Umumnya resistifitas volume bekerja ditentukan oleh arus yang mengalir di dalam bahan tersebut.

Konduktivitas Bahan

Konduktivitas bahan adalah suatu sifat bahan yang dapat menghantarkan arus listrik. Hal ini kebalikan dari tahanan dan memiliki satuan mho. Konduktivitas bahan adalah konduktansi antar permukaan yang berlawanan dari bahan yang mempunyai satuan panjang (1m) dan luas penampang (1m²). Konduktansi dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{A}{L\rho} = \frac{A}{L}\sigma \quad (2.2)$$

σ adalah konduktivitas bahan, berbanding terbalik dengan resistansi bahan.

2.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Resistivitas Penghantar

Pada umumnya ada tiga faktor yang mempengaruhi tahanan konduktor yaitu temperatur, campuran bahan dan tekanan mekanis. Tahanan pada beberapa bahan konduktor (terutama pada bahan logam murni) akan bertambah dengan kenaikan temperatur. Perubahan tahanan bahan per ohm

per derajat celcius dengan adanya perubahan temperatur dinamakan koefisien temperatur tahanan bahan dan dinyatakan dengan α . Tahanan konduktor akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur sesuai dengan persamaan.

$$R_t = R_o(1 + \alpha_o t) \quad (2.3)$$

R_t	= tahanan konduktor pada $t^\circ\text{C}$
R_o	= tahanan konduktor pada 0°C
α_o	= koefisien temperatur tahanan per $^\circ\text{C}$ pada 0°C
t	= temperatur $^\circ\text{C}$

2.7.3 Sifat Bahan dengan Resistifitas Rendah

Bahan dengan resistifitas rendah pada umumnya digunakan pada penghantar untuk perumahan, saluran transmisi dan distribusi, lilitan motor, generator dan transformer serta pada bagian konektor rangkaian elektronika. Bahan ini digunakan pada semua penggunaan dengan rugi daya dan rugi tegangan serendah mungkin.

Tembaga merupakan bahan yang sangat banyak penggunaannya sebagai konduktor pada rangkaian elektronika. Banyak kawat yang terbuat dari tembaga karena merupakan konduktor yang baik dan sangat mudah dalam penyambungannya. Sedangkan aluminium adalah penghantar yang baik tetapi tidak sebaik tembaga. Bahan ini banyak digunakan pada transformer tenaga dan saluran transmisi dibandingkan pada bagian rangkaian elektroniknya.

BAB III METODE PENGUJIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai sampel, peralatan, *chamber*, rangkaian, persiapan, syarat-syarat dan prosedur dalam pengujian. Pengujian dilakukan di laboratorium Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (LTTPL), lantai 2, Departemen Teknik Elektro FTUI.

3.1 Sampel Pengujian

Sampel yang digunakan untuk pengujian adalah Citra Kabel tipe NFA2X 2x10 mm 0,6/1 kV produksi PT Citra Mahasurya Industries. Kabel tersebut adalah kabel pilin udara berisolasi XLPE (*cross linked polyethylene*) dengan netral bukan sebagai penggantung, berinti 2 dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV, berpenghantar aluminium murni yang dipilin bulat dengan luas penampang 10 mm².



Gambar 3.1 Kabel NFA2X 2x10 mm 0,6/1kV

Adapun spesifikasi teknis kabel tersebut berdasarkan standar SPLN 42-10 dan katalog Citra Kabel adalah sebagai berikut:

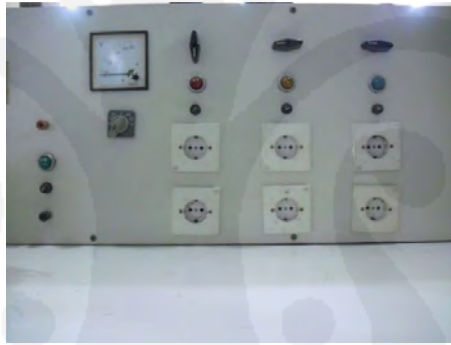
Jumlah inti	: 2 inti
Luas penampang nominal dan konstruksi	: 10 mm ² rm
Jumlah/diameter kawat dalam satu inti	: 7 buah / 1.35 mm
Toleransi diameter kawat	: ±0,025

Tebal isolasi XLPE	: 1.2 mm
Diameter belitan kabel	: 14 mm
Tahanan penghantar pada 20 °C	: 3,08 Ω /km
KHA maksimum pada temperatur sekitar 30 °C	: 55 A
KHA maksimum pada temperatur sekitar 35 °C	: 54 A
KHA maksimum pada temperatur sekitar 40 °C	: 50 A
Beban putus perhitungan	: 322 kg
Berat netto	: 120 kg/km
Panjang standar	: 2000 m/drum

3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan untuk pengujian adalah sebagai berikut.

1. Sumber Tegangan AC 220 V, 50 Hz.



Gambar 3.2 Sumber tegangan AC 220 V, 50 Hz

2. High Current Injector Test Set.



Gambar 3.3 High current injector test set

3. Mili-Ohm Meter.

Untuk pengujian dalam tugas akhir ini digunakan mili-ohm meter dengan range 2Ω dan tingkat presisi sampai tiga angka di belakang koma.



Gambar 3.4 Mili-Ohm Meter

4. Digital Clamp Meter.

Digital clamp meter yang digunakan memiliki range 400 ampere dengan tingkat presisi satu angka di belakang koma.



Gambar 3.5 Digital Clamp Meter

5. Infrared Thermometer.



Gambar 3.6 Infrared thermometer

6. Stopwatch.

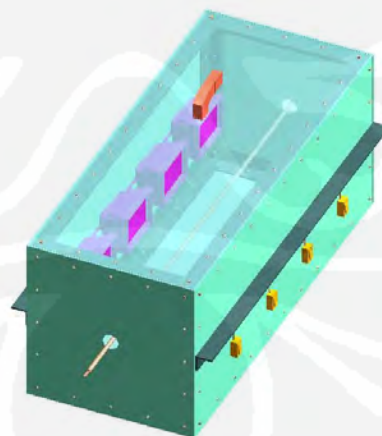


Gambar 3.7 Stopwatch

3.3 Chamber Pengujian

Chamber pengujian digunakan untuk menguji kabel dengan kondisi temperatur yang bervariasi antara 30°C sampai dengan 70°C. Untuk mendapatkan temperatur *chamber* sesuai dengan kondisi yang diinginkan maka digunakan 8 buah lampu halogen masing-masing 500W. Spesifikasi teknis *chamber* yang dibuat untuk pengujian adalah sebagai berikut.

Ukuran luar	: 2 x 0,5 x 0,5 m
Rangka	: L angle 50 x 50 x 6 mm
Dinding	: seng

Gambar 3.8 Model *chamber* pengujian

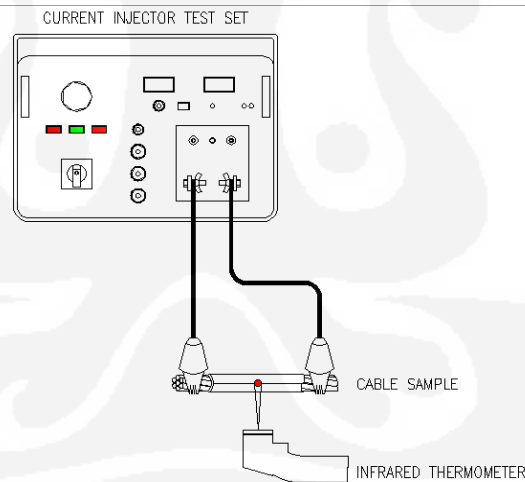
Selain itu juga digunakan oven sebagai *chamber* pengujian sebagai pembanding dengan hasil pengujian menggunakan chamber lampu pemanas.



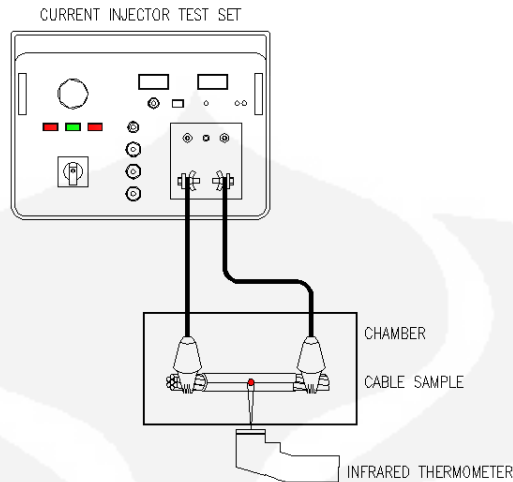
Gambar 3.9 Chamber pengujian

3.4 Rangkaian Pengujian

Pengujian kabel dilakukan dalam dua kondisi yaitu kondisi temperatur ruang dan kondisi dipanaskan. Berikut ini adalah gambar rangkaian pengujian untuk mengetahui perubahan temperatur konduktor kabel dan isolasinya.



Gambar 3.10 Rangkaian pengujian temperatur ruang



Gambar 3.11 Rangkaian pengujian dengan dipanaskan

3.5 Persiapan Pengujian

Persiapan pengujian adalah langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum pengujian kabel dimulai. Berikut ini persiapan yang harus dilakukan sebelum pengujian dimulai.

1. Menyiapkan sampel kabel yang diuji sepanjang ± 10 cm.



Gambar 3.12 Sampel pengujian

2. Memastikan temperatur ruangan sebesar $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada pengujian temperatur ruang.
3. Mencatat temperatur ruangan, *chamber*, konduktor dan isolasi kabel.
4. Mengukur resistansi konduktor kabel.



Gambar 3.13 Pengukuran resistansi konduktor

5. Memastikan arus *current injector* sesuai dengan rating arus pengujian.



Gambar 3.14 Pengukuran arus

6. Menentukan satu titik pada konduktor dan isolasi kabel untuk pengambilan data pengujian.



Gambar 3.15 Titik pengukuran temperatur konduktor

3.6 Syarat-syarat Pengujian

Berikut ini beberapa hal yang harus diperhatikan saat pengujian dilakukan.

1. Arus *current injector* harus dipastikan stabil sesuai dengan rating arus pengujian yang diinginkan.
2. Titik pengambilan data temperatur pada konduktor dan isolasi kabel harus pada satu titik yang sama.

3.7 Prosedur Pengujian

Pengujian pada temperatur ruang dilakukan dengan mengalirkan arus sebesar $0.6I_n$, $0.7I_n$, $0.8I_n$, $0.9I_n$ dan I_n pada kabel selama 3 jam. Arus nominal yang digunakan adalah KHA sesuai dengan SPLN 42-10 sebesar 54 Ampere. Temperatur konduktor dan isolasi kabel dicatat setiap interval 10 menit dan resistansi konduktor diukur baik sebelum dan sesudah pengujian.

Berikut ini prosedur pengujian kabel pada temperatur ruang $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sesuai dengan rating arus yang ditentukan.

1. Menghubungkan semua peralatan dan sampel kabel sesuai dengan gambar rangkaian.
2. Menyalakan sumber AC 220 V, 50 Hz untuk supply current injector.
3. Menghubungkan kabel power *current injector* ke sumber AC 220 V, 50 Hz dan memastikan titik ground terhubung dengan benar.
4. Menyalakan current injector dan mengatur arus keluaran sesuai dengan rating pengujian yang diinginkan.
5. Mencatat temperatur konduktor, isolasi kabel, arus pada display current injector dan arus hasil pengukuram digital clamp meter tiap interval 10 menit.
6. Setelah 3 jam pengujian, matikan current injector, lepas sampel kabel dan ukur resistansi konduktor dengan mili-ohm meter.
7. Matikan sumber tegangan AC 220 V, 50 Hz, setelah pengujian selesai.

Sedangkan untuk pengujian dengan dipanaskan prosedurnya sama dengan pengujian pada temperatur ruang. Temperatur pengujian dengan dipanaskan adalah $30\text{-}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan interval $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

BAB IV
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan temperatur konduktor dan isolasi kabel. Setiap sampel kabel diuji dengan mengalirkan arus sebesar 0,6In, 0,7In, 0,8In, 0,9In dan In selama dua jam dengan temperatur yang bervariasi antara 25-70°C. Selama proses pemberian arus, perubahan temperatur yang terjadi pada konduktor dan isolasi kabel dicatat setiap interval lima menit.

4.1.1 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,6In

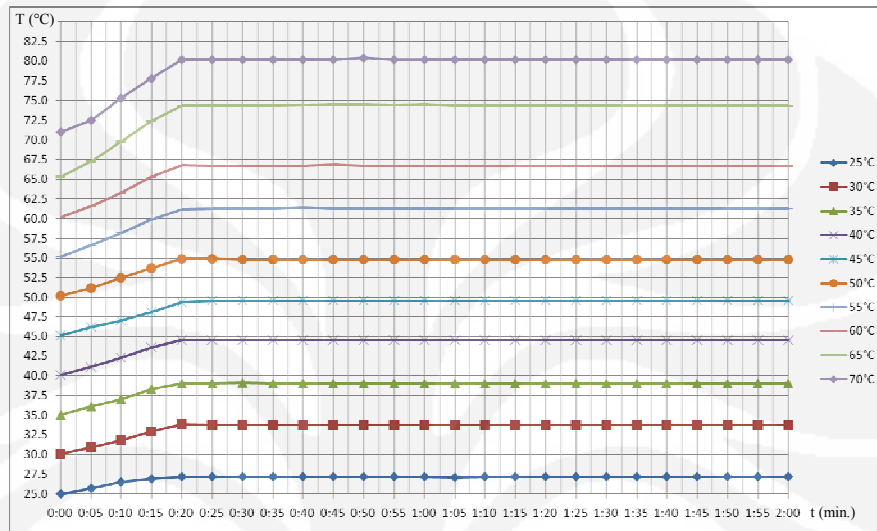
Berikut ini hasil pengujian sampel kabel dengan arus pengujian 0,6In, interval temperatur 25-70°C.

Tabel 4.1 Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,6In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.1	35.0	40.1	45.1	50.2	55.2	60.2	65.3	71.0
0:05	25.7	30.9	36.1	41.1	46.2	51.2	56.6	61.6	67.3	72.5
0:10	26.5	31.8	37.0	42.3	47.0	52.5	58.2	63.3	69.8	75.3
0:15	26.9	32.9	38.3	43.6	48.1	53.7	59.9	65.3	72.4	77.8
0:20	27.2	33.8	39.0	44.5	49.4	54.9	61.2	66.8	74.3	80.2
0:25	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.9	61.3	66.7	74.3	80.2
0:30	27.2	33.7	39.1	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
0:35	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
0:40	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.4	66.7	74.4	80.2
0:45	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.9	74.5	80.2
0:50	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.5	80.4
0:55	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.4	80.2
1:00	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.5	80.2
1:05	27.1	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:10	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:15	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:20	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:25	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:30	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:35	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:40	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2

(Sambungan)

1:45	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:50	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
1:55	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2
2:00	27.2	33.7	39.0	44.5	49.6	54.8	61.3	66.7	74.3	80.2



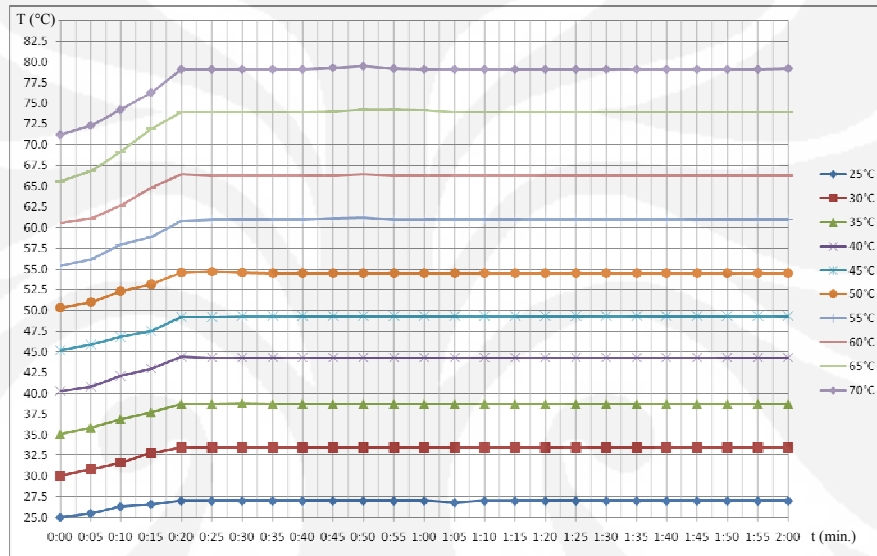
Gambar 4.1 Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,6In

Tabel 4.2 Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,6In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.0	35.1	40.3	45.2	50.3	55.4	60.6	65.6	71.2
0:05	25.5	30.8	35.9	40.8	45.9	51.0	56.2	61.1	66.8	72.3
0:10	26.3	31.6	36.9	42.1	46.8	52.3	58.0	62.7	69.1	74.2
0:15	26.6	32.8	37.7	43.0	47.5	53.1	58.9	64.8	71.9	76.3
0:20	27.0	33.5	38.7	44.4	49.2	54.6	60.8	66.4	73.9	79.1
0:25	27.0	33.5	38.7	44.3	49.2	54.7	61.0	66.3	73.9	79.1
0:30	27.0	33.5	38.8	44.3	49.3	54.6	61.0	66.3	73.9	79.1
0:35	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
0:40	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
0:45	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.1	66.3	74.0	79.3
0:50	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.2	66.4	74.2	79.5
0:55	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	74.2	79.2
1:00	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	74.1	79.1
1:05	26.8	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:10	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:15	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:20	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1

(Sambungan)

1:25	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:30	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:35	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:40	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:45	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:50	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
1:55	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.1
2:00	27.0	33.5	38.7	44.3	49.3	54.5	61.0	66.3	73.9	79.2



Gambar 4.2 Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,6In

4.1.2 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,7In

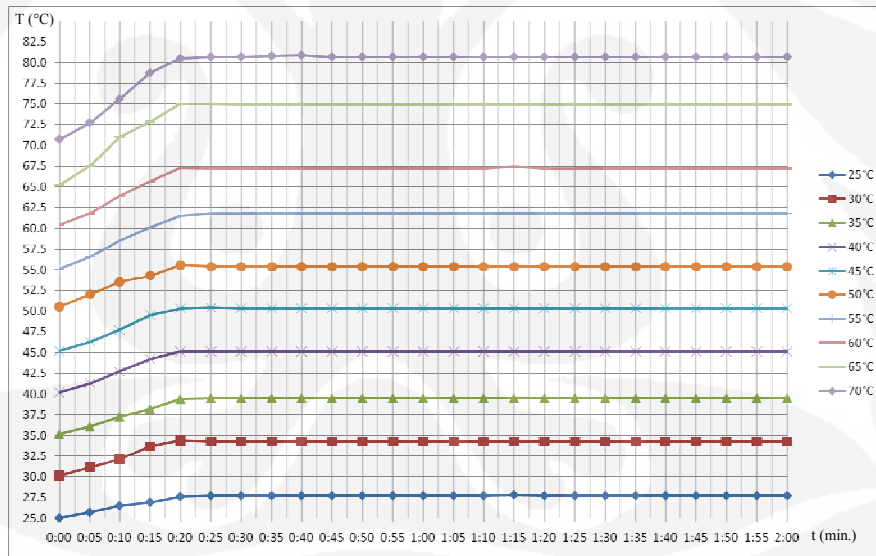
Berikut ini hasil pengujian sampel kabel dengan arus pengujian 0,7In, interval temperatur 25-70°C.

Tabel 4.3 Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,7In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.1	35.2	40.2	45.2	50.5	55.1	60.4	65.2	70.7
0:05	25.7	31.1	36.1	41.3	46.3	52.0	56.6	61.8	67.5	72.7
0:10	26.5	32.1	37.3	42.7	47.7	53.5	58.5	63.9	71.0	75.6
0:15	26.9	33.7	38.2	44.2	49.5	54.3	60.1	65.7	72.8	78.8
0:20	27.6	34.4	39.4	45.1	50.3	55.6	61.5	67.3	75.0	80.5
0:25	27.7	34.3	39.5	45.1	50.4	55.4	61.8	67.2	75.0	80.7
0:30	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
0:35	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.8

(Sambungan)

0:40	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.9
0:45	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
0:50	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
0:55	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:00	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:05	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:10	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:15	27.8	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.4	74.9	80.7
1:20	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:25	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:30	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:35	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:40	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:45	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:50	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
1:55	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7
2:00	27.7	34.3	39.5	45.1	50.3	55.4	61.8	67.2	74.9	80.7



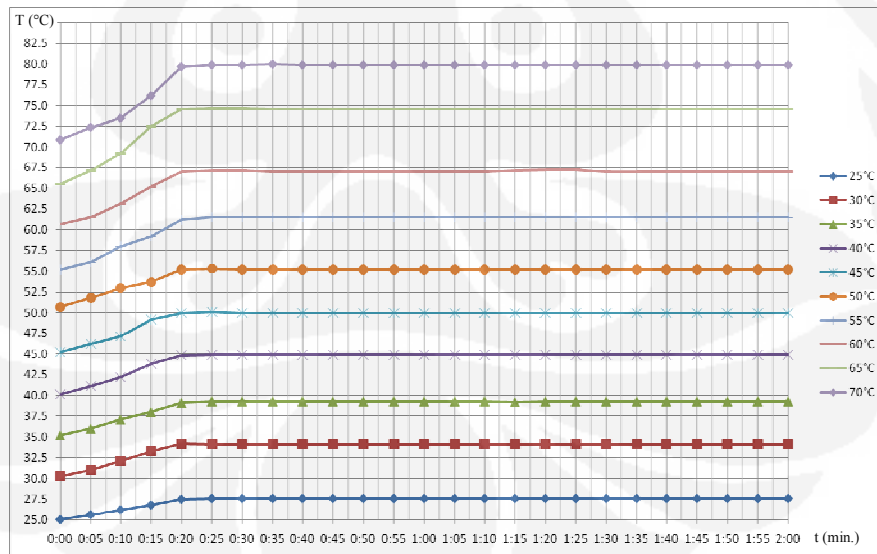
Gambar 4.3 Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,7In

Tabel 4.4 Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,7In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.3	35.2	40.1	45.2	50.7	55.2	60.7	65.5	70.9
0:05	25.6	31.0	36.0	41.1	46.2	51.8	56.1	61.5	67.1	72.4
0:10	26.2	32.1	37.1	42.2	47.1	53.0	58.0	63.1	69.2	73.5

(Sambungan)

0:15	26.8	33.3	38.0	43.8	49.2	53.7	59.2	65.2	72.5	76.2
0:20	27.5	34.2	39.1	44.8	50.0	55.2	61.2	67.0	74.6	79.7
0:25	27.6	34.1	39.3	44.9	50.1	55.3	61.5	67.1	74.7	79.9
0:30	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.1	74.7	79.9
0:35	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	80.0
0:40	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
0:45	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
0:50	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
0:55	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:00	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:05	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:10	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:15	27.6	34.1	39.2	44.9	50.0	55.2	61.5	67.1	74.6	79.9
1:20	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.2	74.6	79.9
1:25	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.2	74.6	79.9
1:30	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:35	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:40	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:45	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:50	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
1:55	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9
2:00	27.6	34.1	39.3	44.9	50.0	55.2	61.5	67.0	74.6	79.9



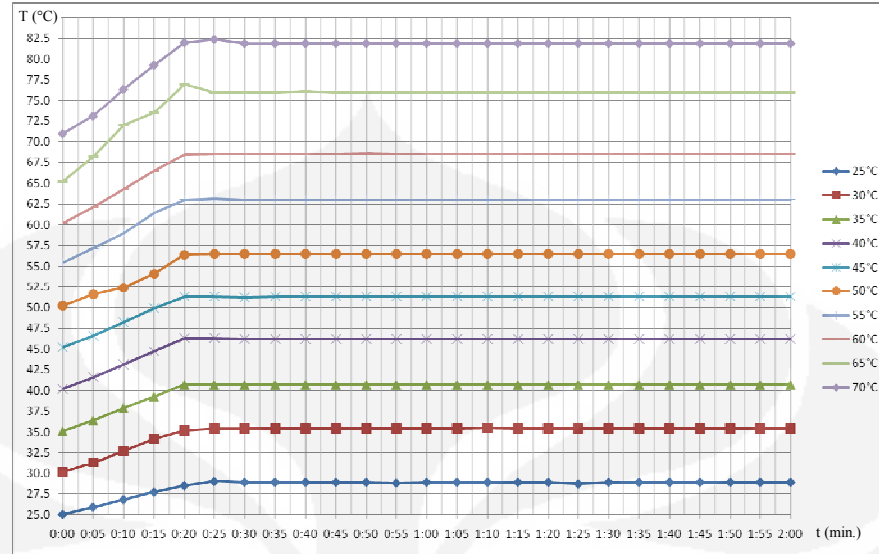
Gambar 4.4 Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,7In

4.1.3 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,8In

Berikut ini hasil pengujian sampel kabel dengan arus pengujian 0,8In, interval temperatur 25-70°C.

Tabel 4.5 Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,8In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.1	35.1	40.2	45.2	50.2	55.4	60.2	65.2	71.0
0:05	25.9	31.3	36.4	41.6	46.6	51.6	57.2	62.1	68.2	73.1
0:10	26.8	32.7	37.9	43.1	48.2	52.4	59.0	64.3	72.0	76.4
0:15	27.7	34.2	39.3	44.7	49.9	54.1	61.4	66.5	73.5	79.3
0:20	28.5	35.2	40.7	46.3	51.3	56.4	63.0	68.4	77.0	82.0
0:25	29.0	35.4	40.7	46.3	51.3	56.5	63.1	68.5	76.0	82.4
0:30	28.9	35.4	40.7	46.2	51.2	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
0:35	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
0:40	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.1	81.9
0:45	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
0:50	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.6	76.0	81.9
0:55	28.8	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:00	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:05	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:10	28.9	35.5	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:15	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:20	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:25	28.7	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:30	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:35	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:40	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:45	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:50	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
1:55	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9
2:00	28.9	35.4	40.7	46.2	51.3	56.5	63.0	68.5	76.0	81.9

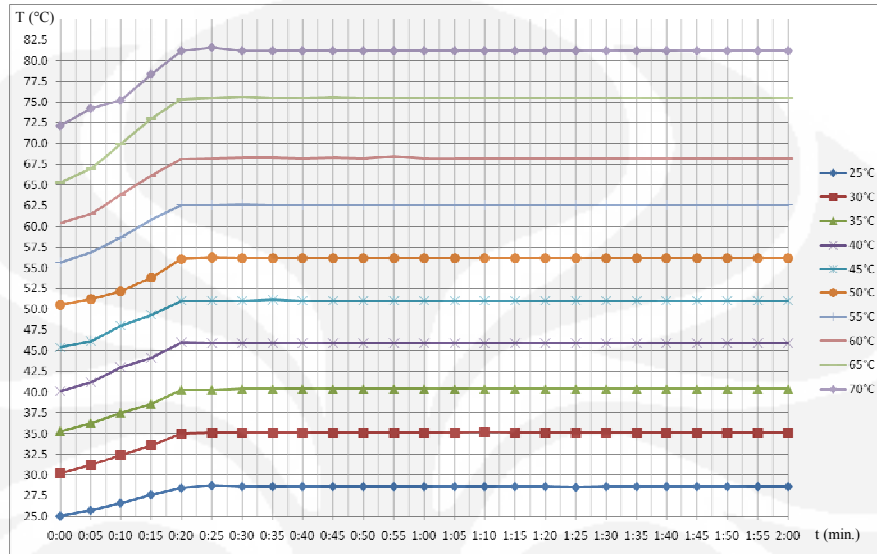


Gambar 4.5 Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,8In

Tabel 4.6 Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,8In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.2	35.3	40.1	45.4	50.5	55.7	60.4	65.3	72.1
0:05	25.7	31.2	36.3	41.2	46.1	51.2	56.9	61.5	67.0	74.2
0:10	26.6	32.4	37.5	43.0	48.0	52.1	58.7	63.8	69.9	75.2
0:15	27.6	33.6	38.6	44.1	49.3	53.8	60.8	66.1	73.0	78.4
0:20	28.4	35.0	40.3	46.0	51.0	56.1	62.6	68.1	75.4	81.2
0:25	28.7	35.1	40.3	45.9	51.0	56.3	62.6	68.2	75.5	81.6
0:30	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.7	68.3	75.7	81.2
0:35	28.6	35.1	40.4	45.9	51.1	56.2	62.6	68.3	75.5	81.2
0:40	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
0:45	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.3	75.6	81.2
0:50	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
0:55	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.4	75.5	81.2
1:00	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:05	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:10	28.6	35.2	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:15	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:20	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:25	28.5	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:30	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:35	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:40	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:45	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
1:50	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2

(Sambungan)										
1:55	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2
2:00	28.6	35.1	40.4	45.9	51.0	56.2	62.6	68.2	75.5	81.2



Gambar 4.6 Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,8In

4.1.4 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji 0,9In

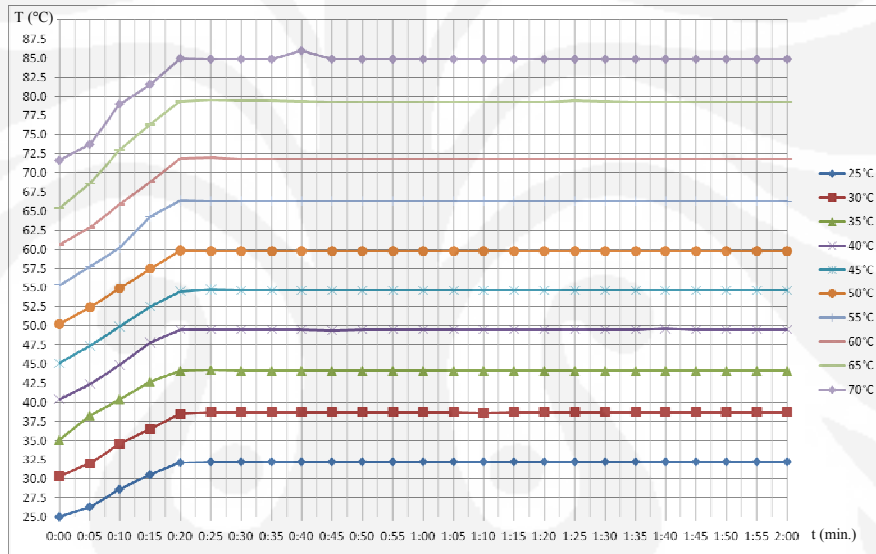
Berikut ini hasil pengujian sampel kabel dengan arus pengujian 0,9In, interval temperatur 25-70°C.

Tabel 4.7 Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji 0,9In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.3	35.1	40.4	45.1	50.2	55.3	60.6	65.4	71.6
0:05	26.3	32.0	38.3	42.4	47.4	52.4	57.8	62.9	68.6	73.7
0:10	28.6	34.6	40.4	44.9	49.9	54.9	60.2	65.9	73.0	79.0
0:15	30.5	36.5	42.7	47.8	52.5	57.5	64.3	68.8	76.3	81.6
0:20	32.1	38.5	44.1	49.5	54.5	59.9	66.4	71.9	79.4	85.0
0:25	32.2	38.7	44.2	49.5	54.7	59.8	66.3	72.0	79.6	84.9
0:30	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.5	84.9
0:35	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.5	84.9
0:40	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.4	86.0
0:45	32.2	38.7	44.1	49.4	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
0:50	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
0:55	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:00	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:05	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9

(Sambungan)

1:10	32.2	38.6	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:15	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:20	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:25	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.5	84.9
1:30	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.4	84.9
1:35	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:40	32.2	38.7	44.1	49.6	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:45	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:50	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
1:55	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9
2:00	32.2	38.7	44.1	49.5	54.6	59.8	66.3	71.8	79.3	84.9



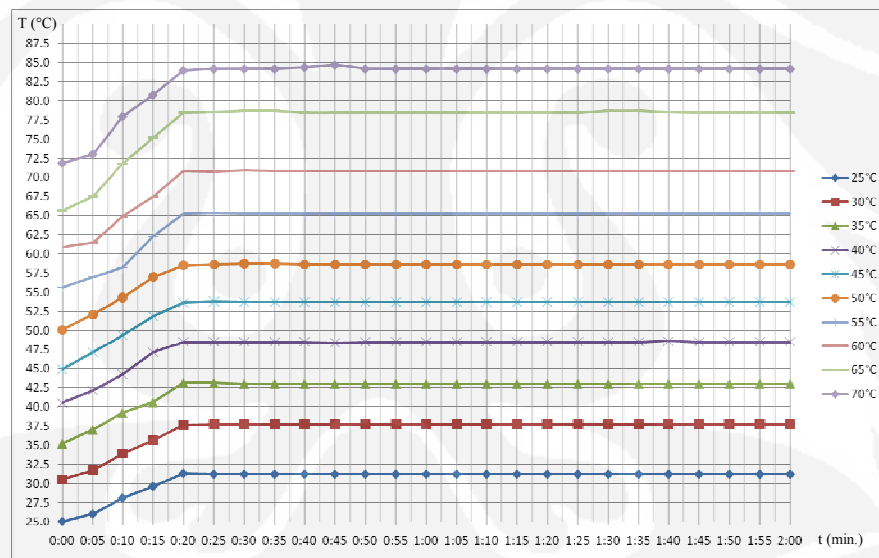
Gambar 4.7 Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji 0,9In

Tabel 4.8 Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji 0,9In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.5	35.2	40.5	44.9	50.1	55.6	60.9	65.6	71.9
0:05	26.0	31.7	37.0	42.1	47.1	52.1	57.0	61.5	67.5	73.1
0:10	28.1	33.9	39.2	44.2	49.4	54.3	58.2	64.9	71.8	78.0
0:15	29.6	35.6	40.6	47.1	51.9	57.0	62.3	67.5	75.2	80.8
0:20	31.3	37.6	43.1	48.5	53.6	58.5	65.2	70.8	78.5	84.0
0:25	31.2	37.7	43.1	48.5	53.8	58.6	65.3	70.7	78.6	84.2
0:30	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.7	65.2	70.9	78.7	84.2
0:35	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.7	65.2	70.8	78.7	84.2
0:40	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.4

(Sambungan)

0:45	31.2	37.7	43.0	48.4	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.7
0:50	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
0:55	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:00	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:05	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:10	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:15	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:20	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:25	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:30	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.7	84.2
1:35	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.7	84.2
1:40	31.2	37.7	43.0	48.6	53.7	58.6	65.2	70.8	78.6	84.2
1:45	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:50	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
1:55	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2
2:00	31.2	37.7	43.0	48.5	53.7	58.6	65.2	70.8	78.5	84.2



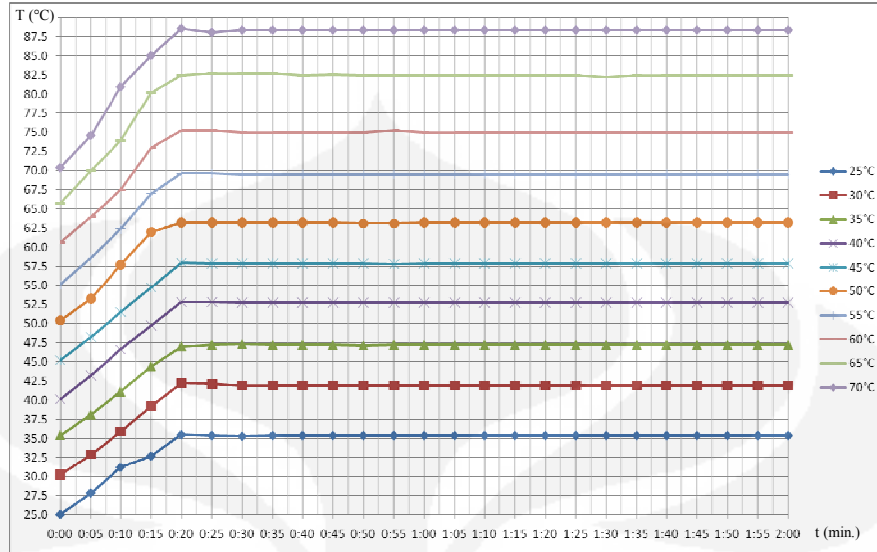
Gambar 4.8 Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji 0,9In

4.1.5 Pengujian Temperatur Konduktor dan Isolasi dengan Arus Uji In

Berikut ini hasil pengujian sampel kabel dengan arus pengujian In, interval temperatur 25-70°C.

Tabel 4.9 Hasil pengujian temperatur konduktor dengan arus uji In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.2	35.4	40.1	45.2	50.4	55.1	60.6	65.7	70.4
0:05	27.8	32.9	38.1	43.2	48.2	53.2	58.6	64.0	70.0	74.6
0:10	31.2	35.9	41.1	46.6	51.5	57.7	62.4	67.5	73.9	81.0
0:15	32.7	39.2	44.4	49.7	54.7	62.0	67.0	73.0	80.2	85.1
0:20	35.5	42.2	47.0	52.8	58.0	63.2	69.6	75.2	82.5	88.6
0:25	35.4	42.1	47.2	52.8	57.9	63.2	69.6	75.2	82.7	88.1
0:30	35.3	41.9	47.3	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.7	88.4
0:35	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.7	88.4
0:40	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
0:45	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.6	88.4
0:50	35.4	41.9	47.1	52.7	57.9	63.1	69.5	75.0	82.5	88.4
0:55	35.4	41.9	47.2	52.7	57.8	63.1	69.5	75.2	82.5	88.4
1:00	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:05	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:10	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:15	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:20	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:25	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:30	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.2	88.4
1:35	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:40	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:45	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:50	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
1:55	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4
2:00	35.4	41.9	47.2	52.7	57.9	63.2	69.5	75.0	82.5	88.4

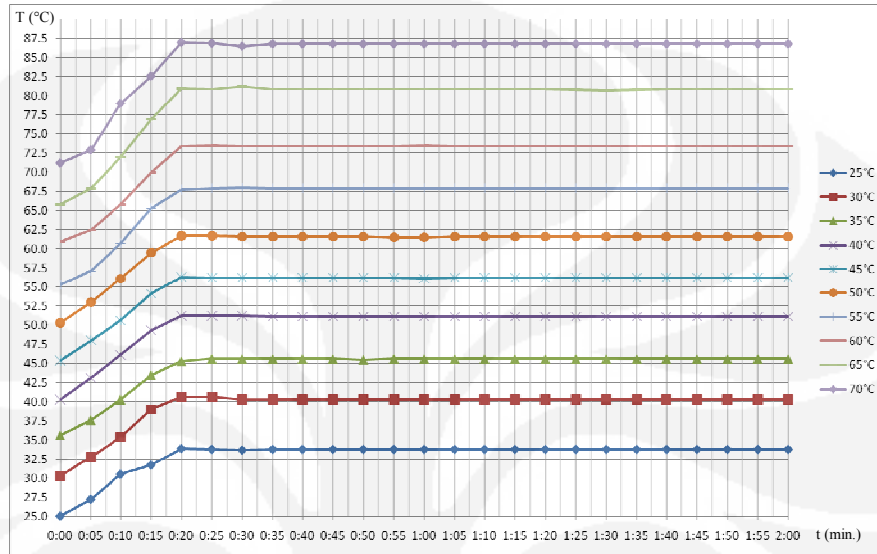


Gambar 4.9 Grafik kenaikan temperatur konduktor dengan arus uji In

Tabel 4.10 Hasil pengujian temperatur isolasi dengan arus uji In

Time	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
0:00	25.0	30.3	35.6	40.3	45.4	50.3	55.3	61.0	65.8	71.2
0:05	27.2	32.8	37.6	43.1	48.0	53.0	57.1	62.5	67.9	72.9
0:10	30.5	35.4	40.3	46.1	50.6	56.1	60.7	65.8	72.0	79.0
0:15	31.7	39.0	43.5	49.3	54.1	59.5	65.3	70.0	76.9	82.6
0:20	33.9	40.6	45.3	51.2	56.3	61.7	67.7	73.4	81.0	87.0
0:25	33.8	40.6	45.6	51.2	56.2	61.7	67.9	73.5	80.9	86.9
0:30	33.7	40.3	45.6	51.2	56.2	61.6	68.0	73.4	81.2	86.5
0:35	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
0:40	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
0:45	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
0:50	33.8	40.3	45.5	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
0:55	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.5	67.9	73.4	80.9	86.8
1:00	33.8	40.3	45.6	51.1	56.1	61.5	67.9	73.5	80.9	86.8
1:05	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
1:10	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
1:15	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
1:20	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
1:25	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.8	86.8
1:30	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.7	86.8
1:35	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.8	86.8
1:40	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
1:45	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
1:50	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8

(Sambungan)										
1:55	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8
2:00	33.8	40.3	45.6	51.1	56.2	61.6	67.9	73.4	80.9	86.8



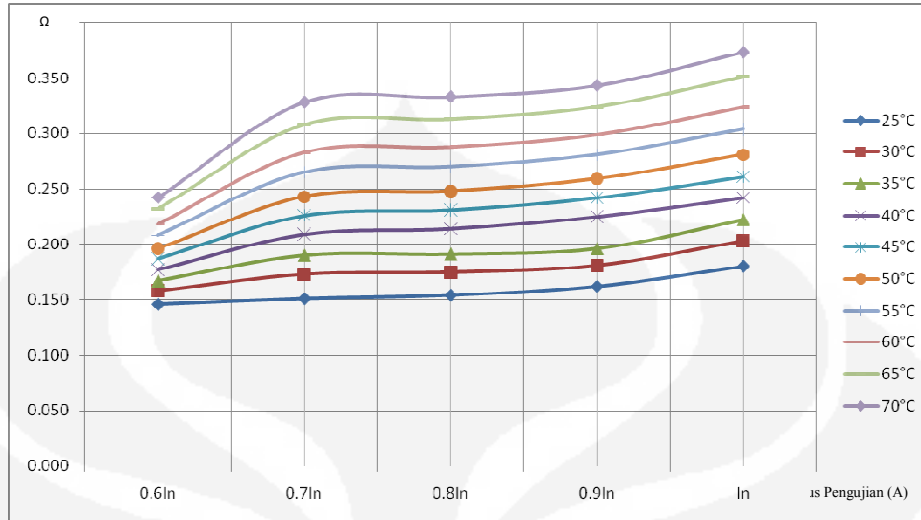
Gambar 4.10 Grafik kenaikan temperatur isolasi dengan arus uji In

4.2 Pengukuran Resistansi

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui perubahan resistansi konduktor sebelum dan sesudah pengujian. Nilai resistansi awal sebelum pengujian adalah 0.142Ω .

Tabel 4.11 Resistansi konduktor setelah pengujian

Temp. (°C)	0.6In (Ω)	0.7In (Ω)	0.8In (Ω)	0.9In (Ω)	In (Ω)
25	0.146	0.151	0.154	0.162	0.180
30	0.158	0.173	0.175	0.181	0.203
35	0.167	0.190	0.191	0.196	0.222
40	0.177	0.209	0.214	0.225	0.242
45	0.187	0.226	0.231	0.242	0.261
50	0.196	0.243	0.248	0.259	0.281
55	0.208	0.265	0.270	0.281	0.304
60	0.218	0.283	0.288	0.299	0.324
65	0.232	0.308	0.313	0.324	0.351
70	0.242	0.328	0.333	0.343	0.373



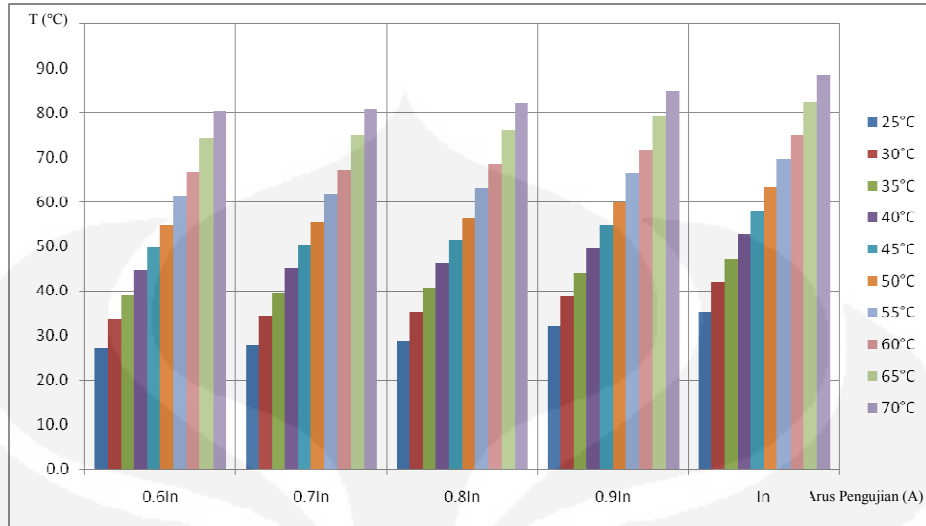
Gambar 4.11 Grafik resistansi konduktor setelah pengujian

4.3 Analisa Hasil Pengujian Temperatur Konduktor

Dari hasil pengujian di atas, secara umum temperatur konduktor akan mengalami kenaikan secara linier selama 20 menit pertama. Setelah melewati 20 menit pertama, temperatur konduktor cenderung stabil di nilai tertentu. Berikut ini nilai *steady state* temperatur konduktor, nilai perubahan temperatur selama pengujian dan persentase perubahan temperatur konduktor dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian.

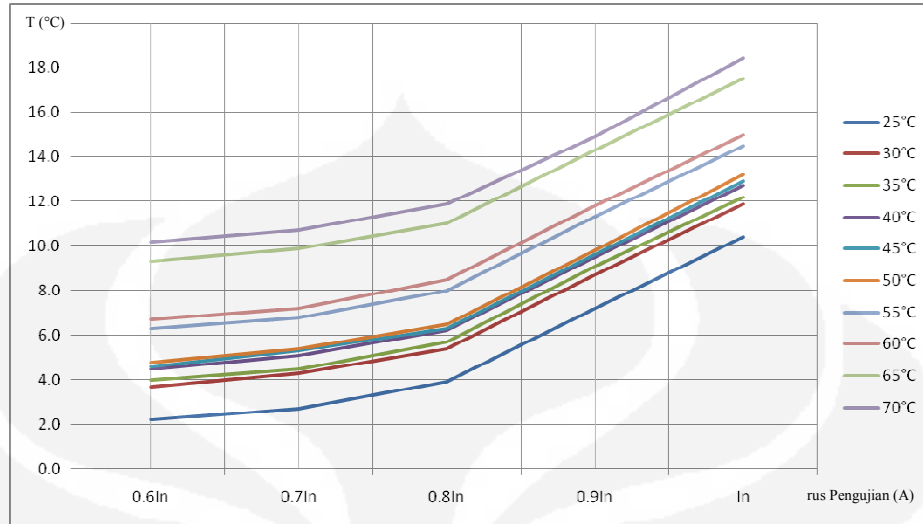
Tabel 4.12 Nilai *steady state* temperatur konduktor

Temp. (°C)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
25	27.2	27.7	28.9	32.2	35.4
30	33.7	34.3	35.4	38.7	41.9
35	39.0	39.5	40.7	44.1	47.2
40	44.5	45.1	46.2	49.5	52.7
45	49.6	50.3	51.3	54.6	57.9
50	54.8	55.4	56.5	59.8	63.2
55	61.3	61.8	63.0	66.3	69.5
60	66.7	67.2	68.5	71.8	75.0
65	74.3	74.9	76.0	79.3	82.5
70	80.2	80.7	81.9	84.9	88.4

Gambar 4.12 Grafik Nilai *steady state* temperatur konduktor

Tabel 4.13 Nilai perubahan temperatur konduktor selama pengujian

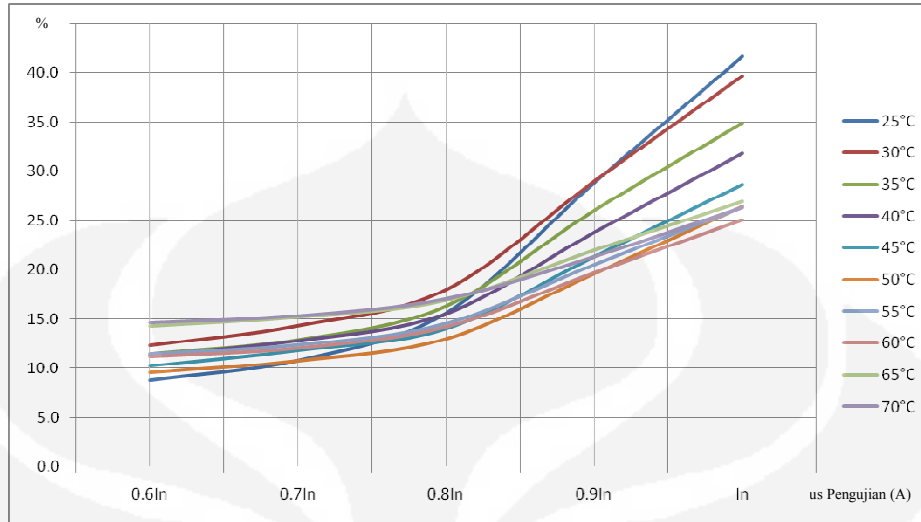
Temp. (°C)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
25	2.2	2.7	3.9	7.2	10.4
30	3.7	4.3	5.4	8.7	11.9
35	4.0	4.5	5.7	9.1	12.2
40	4.5	5.1	6.2	9.5	12.7
45	4.6	5.3	6.3	9.6	12.9
50	4.8	5.4	6.5	9.8	13.2
55	6.3	6.8	8.0	11.3	14.5
60	6.7	7.2	8.5	11.8	15.0
65	9.3	9.9	11.0	14.3	17.5
70	10.2	10.7	11.9	14.9	18.4



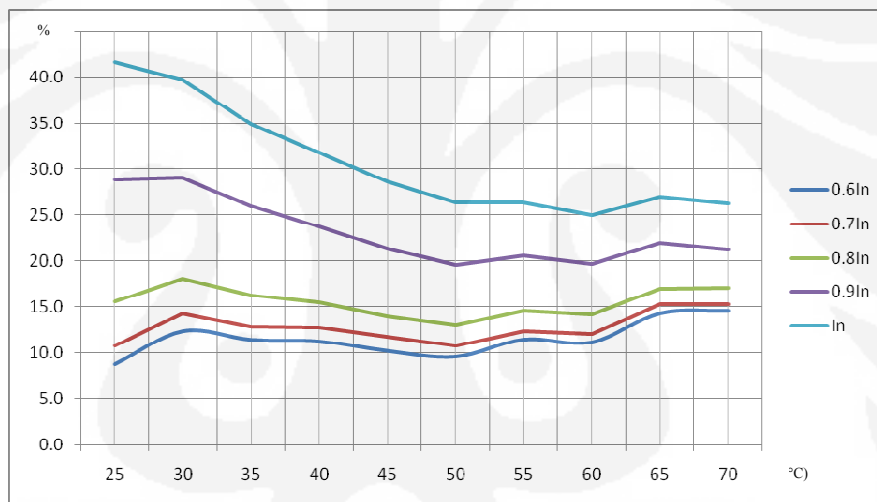
Gambar 4.13 Grafik nilai perubahan temperatur konduktor selama pengujian

Tabel 4.14 Persentase perubahan temperatur konduktor dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian

Temp. (°C)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
25	8.8	10.8	15.6	28.8	41.6
30	12.3	14.3	18.0	29.0	39.7
35	11.4	12.9	16.3	26.0	34.9
40	11.3	12.8	15.5	23.8	31.8
45	10.2	11.8	14.0	21.3	28.7
50	9.6	10.8	13.0	19.6	26.4
55	11.5	12.4	14.5	20.5	26.4
60	11.2	12.0	14.2	19.7	25.0
65	14.3	15.2	16.9	22.0	26.9
70	14.6	15.3	17.0	21.3	26.3



Gambar 4.14 Grafik persentase perubahan temperatur konduktor dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian



Gambar 4.15 Grafik persentase perubahan temperatur konduktor berdasarkan arus pengujian

Dari tabel dan grafik hasil pengujian di atas, diketahui bahwa dari berbagai variasi pengujian, temperatur konduktor mengalami perubahan temperatur tertinggi sebesar 18.4°C saat diberikan arus pengujian sebesar In, dengan temperatur pengujian 70°C. Namun, berdasarkan persentase terhadap temperatur awal, kenaikan temperatur tertinggi terjadi saat arus pengujian sebesar In dan temperatur pengujian 25°C, dengan kenaikan temperatur sebesar 41.6%.

Temperatur konduktor mengalami perubahan temperatur terendah sebesar 2.2°C atau 8.8% dari temperatur awal saat diberikan arus pengujian sebesar $0.6I_n$, dengan temperatur pengujian 25°C . Berikut ini persentase maksimum dan minimum kenaikan temperatur konduktor dibandingkan dengan temperatur awal untuk masing-masing variasi arus pengujian.

Tabel 4.15 Persentase kenaikan temperatur konduktor dengan berbagai variasi arus pengujian

Arus pengujian	0.6In (%)	0.7In (%)	0.8In (%)	0.9In (%)	In (%)
Kenaikan temperatur maksimum	14.6	15.3	18.0	29.0	41.6
Kenaikan temperatur minimum	8.8	10.8	13.0	19.6	25.0
Rata-rata kenaikan temperatur	11.5	12.8	15.5	23.2	30.8
Deviasi (maks-min)	5.8	4.5	5.0	9.4	16.6

Sedangkan di bawah ini adalah persentase maksimum dan minimum kenaikan temperatur konduktor dibandingkan dengan temperatur awal untuk masing-masing variasi temperatur pengujian.

Tabel 4.16 Persentase kenaikan temperatur konduktor dengan berbagai variasi temperatur pengujian

Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai maks.	Nilai min.	Rata-rata	Deviasi (maks. – min.)
25	41.6	8.8	10.6	32.8
30	39.7	12.3	11.3	27.3
35	34.9	11.4	10.1	23.4
40	31.8	11.3	9.5	20.5
45	28.7	10.2	8.6	18.4
50	26.4	9.6	7.9	16.8
55	26.4	11.5	8.5	14.9
60	25.0	11.2	8.2	13.8
65	26.9	14.3	9.5	12.6
70	26.3	14.6	9.4	11.7

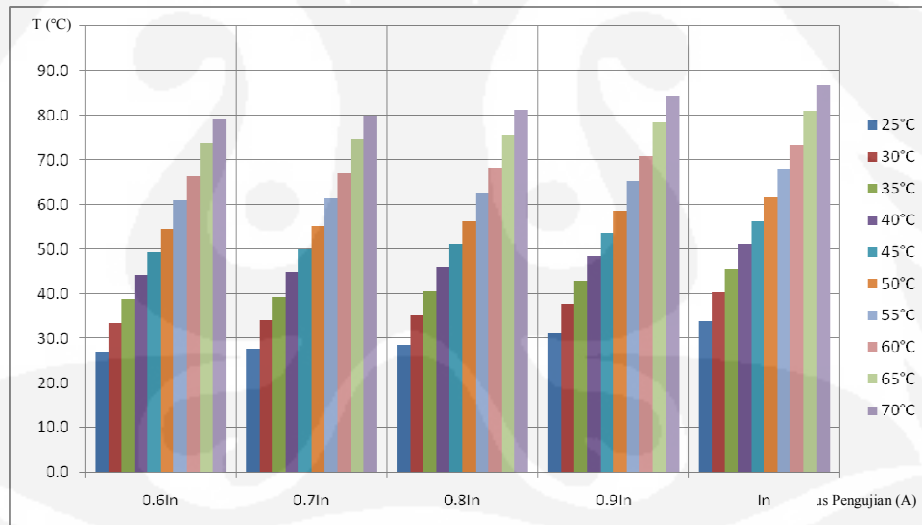
4.4 Analisa Hasil Pengujian Temperatur Isolasi

Sama seperti temperatur konduktor, temperatur isolasi selama pengujian akan mengalami kenaikan secara linier selama 20 menit pertama. Setelah melewati 20 menit pertama, temperatur isolasi cenderung stabil di

nilai tertentu. Di bawah ini data hasil pengujian nilai *steady state* temperatur isolasi, nilai perubahan temperatur selama pengujian dan persentase perubahan temperatur isolasi dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian.

Tabel 4.17 Nilai *steady state* temperatur isolasi

Temp. (°C)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
25	27.0	27.6	28.6	31.2	33.8
30	33.5	34.1	35.1	37.7	40.3
35	38.7	39.3	40.4	43.0	45.6
40	44.3	44.9	45.9	48.5	51.1
45	49.3	50.0	51.0	53.7	56.2
50	54.5	55.2	56.2	58.6	61.6
55	61.0	61.5	62.6	65.2	67.9
60	66.3	67.0	68.2	70.8	73.4
65	73.9	74.6	75.5	78.5	80.9
70	79.1	79.9	81.2	84.2	86.8



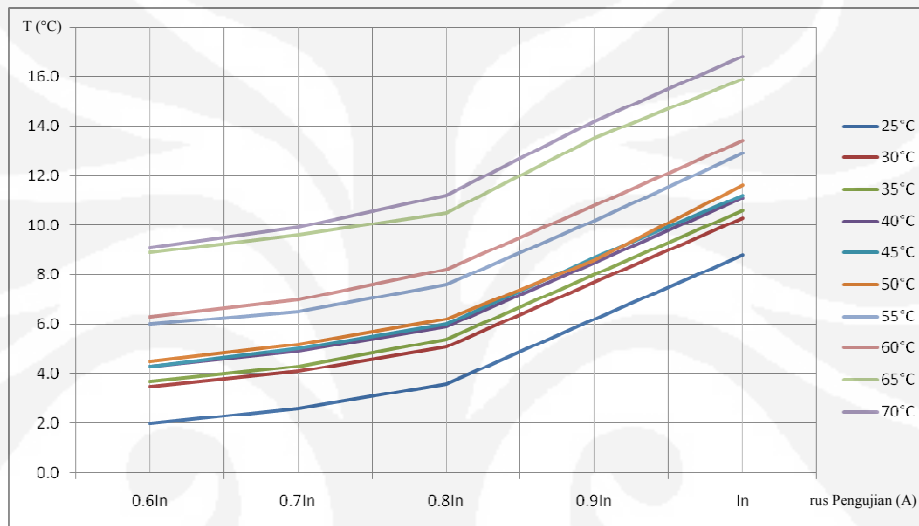
Gambar 4.16 Grafik nilai *steady state* temperatur isolasi

Tabel 4.18 Nilai perubahan temperatur isolasi selama pengujian

Temp. (°C)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
25	2.0	2.6	3.6	6.2	8.8
30	3.5	4.1	5.1	7.7	10.3
35	3.7	4.3	5.4	8.0	10.6

(Sambungan)

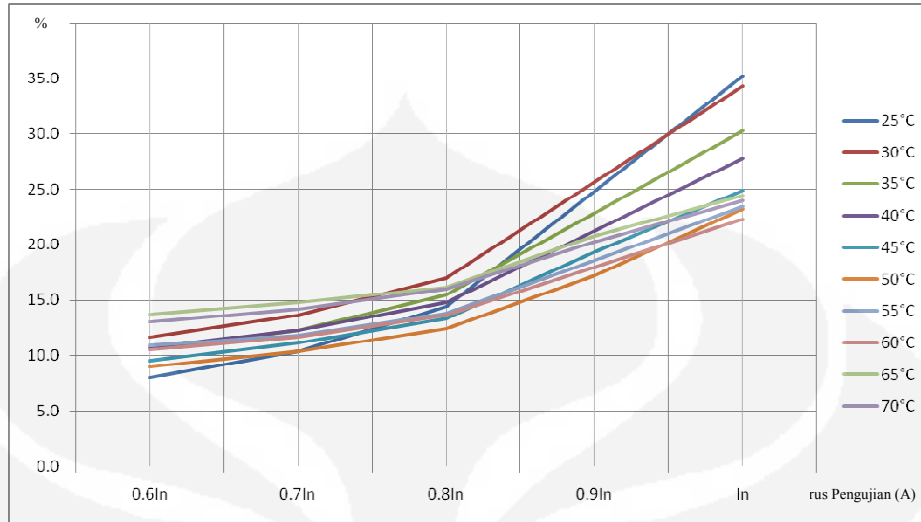
40	4.3	4.9	5.9	8.5	11.1
45	4.3	5.0	6.0	8.7	11.2
50	4.5	5.2	6.2	8.6	11.6
55	6.0	6.5	7.6	10.2	12.9
60	6.3	7.0	8.2	10.8	13.4
65	8.9	9.6	10.5	13.5	15.9
70	9.1	9.9	11.2	14.2	16.8



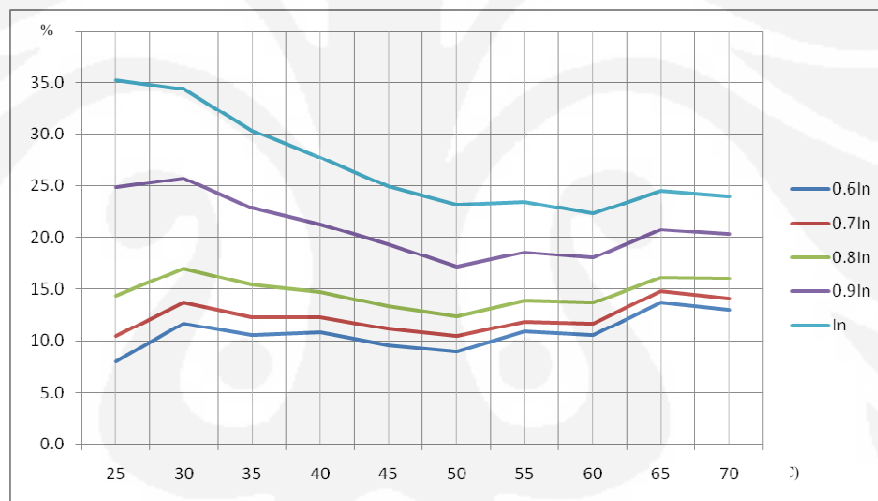
Gambar 4.17 Grafik nilai perubahan temperatur isolasi selama pengujian

Tabel 4.19 Persentase perubahan temperatur isolasi dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian

Temp. (°C)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
25	8.0	10.4	14.4	24.8	35.2
30	11.7	13.7	17.0	25.7	34.3
35	10.6	12.3	15.4	22.9	30.3
40	10.8	12.3	14.8	21.3	27.8
45	9.6	11.1	13.3	19.3	24.9
50	9.0	10.4	12.4	17.2	23.2
55	10.9	11.8	13.8	18.5	23.5
60	10.5	11.7	13.7	18.0	22.3
65	13.7	14.8	16.2	20.8	24.5
70	13.0	14.1	16.0	20.3	24.0



Gambar 4.18 Grafik persentase perubahan temperatur isolasi dibandingkan dengan nilai temperatur awal pengujian



Gambar 4.19 Grafik persentase perubahan temperatur isolasi berdasarkan arus pengujian

Dari tabel dan grafik hasil pengujian di atas, diketahui bahwa dari berbagai variasi pengujian, temperatur isolasi mengalami perubahan temperatur tertinggi sebesar 16.8°C saat diberikan arus pengujian sebesar In, dengan temperatur pengujian 70°C. Namun, berdasarkan persentase terhadap temperatur awal, kenaikan temperatur tertinggi terjadi saat arus pengujian sebesar In dan temperatur pengujian 25°C, dengan kenaikan temperatur sebesar 35.2%.

Temperatur isolasi mengalami perubahan temperatur terendah sebesar 2.0°C atau 8.0% dari temperatur awal saat diberikan arus pengujian sebesar 0.6In, dengan temperatur pengujian 25°C. Berikut ini persentase maksimum dan minimum kenaikan temperatur isolasi dibandingkan dengan temperatur awal untuk masing-masing variasi arus pengujian.

Tabel 4.20 Persentase kenaikan temperatur isolasi dengan berbagai variasi arus pengujian

Arus pengujian	0.6In (%)	0.7In (%)	0.8In (%)	0.9In (%)	In (%)
Kenaikan temperatur maksimum	13.7	14.8	17.0	25.7	35.2
Kenaikan temperatur minimum	8.0	10.4	12.4	17.2	22.3
Rata-rata kenaikan temperatur	10.8	12.3	14.7	20.9	27.0
Deviasi perubahan (maks-min)	5.7	4.4	4.6	8.5	12.9

Sedangkan di bawah ini adalah persentase maksimum dan minimum kenaikan temperatur isolasi dibandingkan dengan temperatur awal untuk masing-masing variasi temperatur pengujian.

Tabel 4.21 Persentase kenaikan temperatur isolasi dengan berbagai variasi temperatur pengujian

Temperatur (°C)	Nilai maks.	Nilai min.	Rata-rata	Deviasi (max-min)
25	35.2	8.0	9.3	27.2
30	34.3	11.7	10.2	22.7
35	30.3	10.6	9.1	19.7
40	27.8	10.8	8.7	17.0
45	24.9	9.6	7.8	15.3
50	23.2	9.0	7.2	14.2
55	23.5	10.9	7.9	12.5
60	22.3	10.5	7.6	11.8
65	24.5	13.7	9.0	10.8
70	24.0	13.0	8.7	11.0

4.5 Analisa Perubahan Resistansi Konduktor

Kabel ketika menghantarkan arus maka akan menjadi sebuah sumber panas. Energi panas ini menyebabkan kenaikan temperatur pada kabel

terutama pada bagian konduktornya. Ada beberapa sumber panas di dalam kabel seperti rugi-rugi yang disebabkan arus yang mengalir di dalam konduktor, kerugian dielektrik pada isolasi, arus pada pembungkus kabel dan armor (pelindung kabel). Sedangkan sumber panas dari luar kabel seperti arus induksi dan temperatur lingkungan sekitar.

Pada pengujian ini sumber panas yang diperhatikan adalah sumber panas dari dalam yaitu arus yang mengalir dan sumber dari luar yaitu temperatur lingkungan yang bervariasi antara 25-70°C. Sumber panas ini membuat temperatur di dalam kabel dan isolasi naik dengan kecepatan kenaikan berbeda sesuai dengan resistansi temperaturnya yang bervariasi.

Dari hasil pengujian tabel 4.11 (resistansi konduktor setelah pengujian) dapat dihitung nilai persentase kenaikan untuk semua variasi pengujian. Persentase kenaikan ini dihitung dari pengujian dengan arus yang sama. Untuk arus pengujian 0.6In dengan suhu pengujian 25°C resistansinya adalah 0.146Ω, sedangkan dengan arus yang sama (0.6In) dalam suhu pengujian 30°C resistansinya adalah 0.158Ω. Berikut ini tabel kenaikan resistansi dari suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi.

Tabel 4.22 Kenaikan resistansi dari suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi

Temp. (°C)	0.6In (Ω)	0.7In (Ω)	0.8In (Ω)	0.9In (Ω)	In (Ω)
25-30	0.012	0.022	0.021	0.019	0.023
30-35	0.009	0.017	0.016	0.015	0.019
35-40	0.010	0.019	0.023	0.029	0.020
40-45	0.010	0.017	0.017	0.017	0.019
45-50	0.009	0.017	0.017	0.017	0.020
50-55	0.012	0.022	0.022	0.022	0.023
55-60	0.010	0.018	0.018	0.018	0.020
60-65	0.014	0.025	0.025	0.025	0.027
65-70	0.010	0.020	0.020	0.019	0.022

Persentase kenaikan resistansi dari hasil pengujian suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi dapat dihitung dari tabel di atas. Berikut ini contoh perhitungan persentase kenaikan resistansi untuk pengujian dengan arus pengujian 0.6In dengan suhu pengujian 25 dan 30 °C.

$$\% \text{ kenaikan } \rho = \frac{(R(30^{\circ}\text{C}) - R(25^{\circ}\text{C}))}{R(25^{\circ}\text{C})} \times 100\%$$

$$\% \text{ kenaikan } \rho = [(0.158 - 0.146) / 0.146] \times 100\%$$

$$\% \text{ kenaikan } \rho = 8.219 \%$$

Berikut ini hasil perhitungan persentase error untuk semua variasi pengujian.

Tabel 4.23 Persentase kenaikan resistansi dari suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi

Temp. (°C)	0.6In (%)	0.7In (%)	0.8In (%)	0.9In (%)	In (%)
25-30	8.219	14.570	13.636	11.728	12.778
30-35	5.696	9.827	9.143	8.287	9.360
35-40	5.988	10.000	12.042	14.796	9.009
40-45	5.650	8.134	7.944	7.556	7.851
45-50	4.813	7.522	7.359	7.025	7.663
50-55	6.122	9.053	8.871	8.494	8.185
55-60	4.808	6.792	6.667	6.406	6.579
60-65	6.422	8.834	8.681	8.361	8.333
65-70	4.310	6.494	6.390	5.864	6.268

Nilai resistansi hasil pengujian ini juga digunakan untuk menghitung nilai resistansi awal (R_0) dengan menggunakan rumus 2.3.

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

R = Nilai resistansi setelah dipanaskan (Ω)

R_0 = Nilai resistansi sebelum dipanaskan (Ω)

α = Koefisien temperatur aluminium ($/^{\circ}\text{C}$)

T = Temperatur akhir ($^{\circ}\text{C}$)

T_0 = Temperatur awal ($^{\circ}\text{C}$)

Contoh perhitungan di bawah ini adalah perhitungan nilai resistansi sebelum dipanaskan (R_0) saat konduktor dialiri arus pengujian 0.6In dalam temperatur 25°C .

$$R = 0.146 \Omega$$

$$\alpha = 0.0039 /^{\circ}\text{C}$$

$$T = 27.2^{\circ}\text{C}$$

$$T_0 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$0.146 = R_0 [1 + 0.0039(27.2 - 25)]$$

$$R_0 = 0.1447 \Omega$$

Tabel 4.24 Hasil perhitungan nilai resistansi R_0 dengan persamaan temperature koefisien

Temp. (°C)	0.6In (Ω)	0.7In (Ω)	0.8In (Ω)	0.9In (Ω)	In (Ω)
25	0.145	0.149	0.152	0.158	0.173
30	0.153	0.167	0.168	0.172	0.190
35	0.158	0.180	0.180	0.182	0.204
40	0.164	0.194	0.198	0.205	0.218
45	0.171	0.206	0.210	0.217	0.231
50	0.176	0.217	0.221	0.228	0.245
55	0.182	0.232	0.235	0.242	0.259
60	0.188	0.243	0.246	0.253	0.271
65	0.195	0.258	0.261	0.267	0.287
70	0.199	0.269	0.273	0.278	0.299

Dalam pengujian ini digunakan sampel dengan panjang 10 cm dengan nilai awal resistansi sampel adalah 0.142 Ω. Nilai resistansi sampel ini akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dan nilai berdasarkan spesifikasi kabel (perbedaan temperatur diabaikan). Menurut spesifikasi kabel nilai resistansi pada temperatur 20°C adalah 3.08Ω/Km. Maka dengan panjang 10 cm, kabel tersebut memiliki nilai resistansi 3.08×10^{-4} Ω. Menurut perhitungan dengan persamaan resistifitas 2.1, maka:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R = Nilai resistansi (Ω)

ρ = Resistivity aluminium (2.65×10^{-8} Ωm)

L = Panjang penghantar

A = Luas penampang (m²)

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = 2.65 \times 10^{-8} [10^{-1} / 10 \times 10^{-6}]$$

$$R = 2.65 \times 10^{-4} \Omega$$

Nilai awal resistansi konduktor adalah 0.142Ω , dengan persamaan di atas maka bisa diketahui nilai resistivity dan membandingkan dengan nilai resistivity setelah pengujian.

$$\begin{aligned}\rho &= R \frac{A}{L} \\ \rho &= 0.142 [10 \times 10^{-6} / 10^{-1}] \\ \rho &= 0.142 \times 10^{-4} \Omega\text{m}\end{aligned}$$

Setelah pengujian nilai resistansi menjadi 0.146Ω , dengan persamaan yang sama maka nilai resistivity-nya menjadi.

$$\begin{aligned}\rho &= R \frac{A}{L} \\ \rho &= 0.146 [10 \times 10^{-6} / 10^{-1}] \\ \rho &= 0.146 \times 10^{-4} \Omega\text{m}\end{aligned}$$

Berikut ini tabel kenaikan resistivity untuk berbagai variasi pengujian.

Tabel 4.25 Perhitungan nilai kenaikan resistivity

Temp. (°C)	0.6In (10 ⁻⁴ Ωm)	0.7In (10 ⁻⁴ Ωm)	0.8In (10 ⁻⁴ Ωm)	0.9In (10 ⁻⁴ Ωm)	In (10 ⁻⁴ Ωm)
25	0.146	0.151	0.154	0.162	0.180
30	0.158	0.173	0.175	0.181	0.203
35	0.167	0.190	0.191	0.196	0.222
40	0.177	0.209	0.214	0.225	0.242
45	0.187	0.226	0.231	0.242	0.261
50	0.196	0.243	0.248	0.259	0.281
55	0.208	0.265	0.270	0.281	0.304
60	0.218	0.283	0.288	0.299	0.324
65	0.232	0.308	0.313	0.324	0.351
70	0.242	0.328	0.333	0.343	0.373

Konduktivitas listrik merupakan kemampuan suatu konduktor untuk menghantarkan arus. Nilainya berbanding terbalik dengan resistivitas sesuai dengan persamaan di atas. Untuk pengujian pada temperatur 25°C dengan arus pengujian sebesar 0.6In nilai resistivitas-nya adalah 0.146×10^{-4} , maka nilai konduktivitas-nya dapat kita tentukan dengan persamaan 2.2.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = 1/0.146 \times 10^{-4}$$

$$\sigma = 6.849 \times 10^4 / \Omega\text{m}$$

tabel di bawah ini menunjukkan nilai lengkap konduktivitas listrik untuk semua pengujian.

Tabel 4.26 Perhitungan nilai konduktivitas listrik

Temp. (°C)	0.6In (10 ⁴ /Ωm)	0.7In (10 ⁴ /Ωm)	0.8In (10 ⁴ /Ωm)	0.9In (10 ⁴ /Ωm)	In (10 ⁴ /Ωm)
25	6.849	6.623	6.494	6.173	5.556
30	6.329	5.780	5.714	5.525	4.926
35	5.988	5.263	5.236	5.102	4.505
40	5.650	4.785	4.673	4.444	4.132
45	5.348	4.425	4.329	4.132	3.831
50	5.102	4.115	4.032	3.861	3.559
55	4.808	3.774	3.704	3.559	3.289
60	4.587	3.534	3.472	3.344	3.086
65	4.310	3.247	3.195	3.086	2.849
70	4.132	3.049	3.003	2.915	2.681

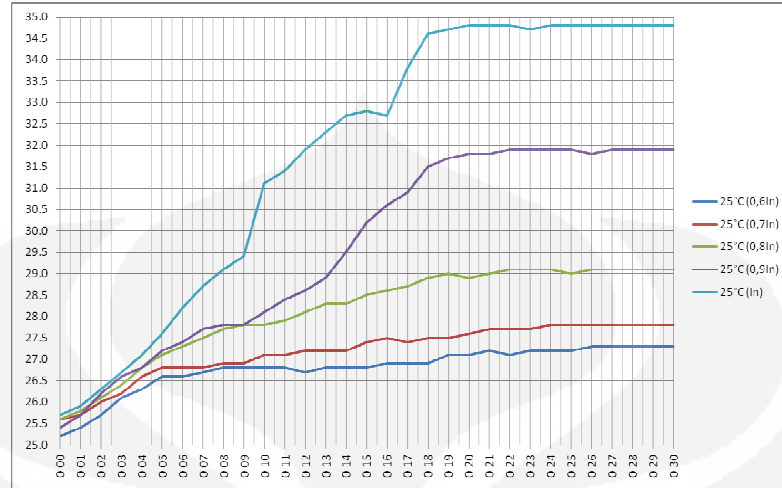
Dari tabel hasil perhitungan nilai konduktivitas di atas dapat diketahui, untuk arus pengujian yang sama, semakin besar suhu pengujian maka nilai konduktivitasnya menjadi semakin kecil. Menurunnya nilai konduktivitas ini membuat kemampuan penghantar untuk mengalirkan arus menjadi semakin kecil.

4.6 Analisa *Time Response*

Untuk mengetahui *time response* pengujian dengan arus pengujian yang berbeda-beda, maka dilakukan pengujian dengan *sampling time* yang lebih kecil yaitu per satu menit. Berikut ini hasil pengujian dengan rating arus 0.6-1In dalam suhu pengujian 25°C.

Tabel 4.27 Hasil pengujian *time response kesetimbangan* suhu konduktor pengujian suhu 25°C

Time (h:m)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
0:00	25.2	25.6	25.6	25.4	25.7
0:01	25.4	25.7	25.8	25.7	25.9
0:02	25.7	26.0	26.1	26.2	26.3
0:03	26.1	26.2	26.4	26.6	26.7
0:04	26.3	26.6	26.8	26.8	27.1
0:05	26.6	26.8	27.1	27.2	27.6
0:06	26.6	26.8	27.3	27.4	28.2
0:07	26.7	26.8	27.5	27.7	28.7
0:08	26.8	26.9	27.7	27.8	29.1
0:09	26.8	26.9	27.8	27.8	29.4
0:10	26.8	27.1	27.8	28.1	31.1
0:11	26.8	27.1	27.9	28.4	31.4
0:12	26.7	27.2	28.1	28.6	31.9
0:13	26.8	27.2	28.3	28.9	32.3
0:14	26.8	27.2	28.3	29.5	32.7
0:15	26.8	27.4	28.5	30.2	32.8
0:16	26.9	27.5	28.6	30.6	32.7
0:17	26.9	27.4	28.7	30.9	33.8
0:18	26.9	27.5	28.9	31.5	34.6
0:19	27.1	27.5	29.0	31.7	34.7
0:20	27.1	27.6	28.9	31.8	34.8
0:21	27.2	27.7	29.0	31.8	34.8
0:22	27.1	27.7	29.1	31.9	34.8
0:23	27.2	27.7	29.1	31.9	34.7
0:24	27.2	27.8	29.1	31.9	34.8
0:25	27.2	27.8	29.0	31.9	34.8
0:26	27.3	27.8	29.1	31.8	34.8
0:27	27.3	27.8	29.1	31.9	34.8
0:28	27.3	27.8	29.1	31.9	34.8
0:29	27.3	27.8	29.1	31.9	34.8
0:30	27.3	27.8	29.1	31.9	34.8

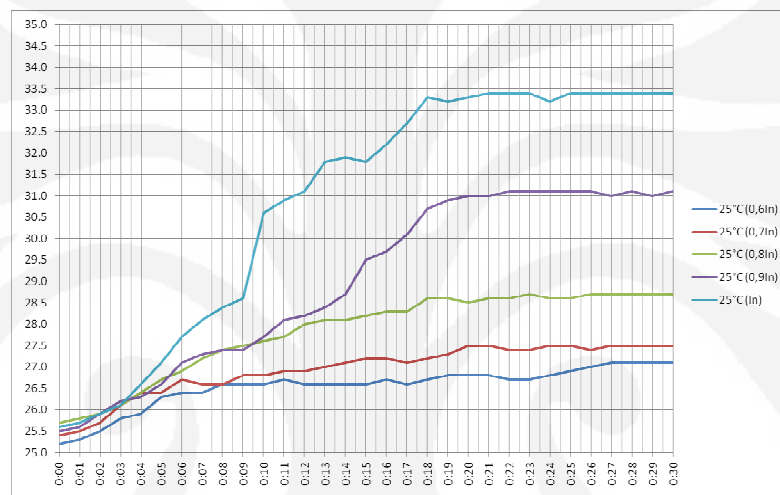


Gambar 4.20 Grafik *time response* kesetimbangan suhu konduktor pengujian suhu 25°C

Tabel 4.28 Hasil pengujian *time response kesetimbangan* suhu isolasi pengujian suhu 25°C

Time (h:m)	0.6In (°C)	0.7In (°C)	0.8In (°C)	0.9In (°C)	In (°C)
0:00	25.2	25.4	25.7	25.5	25.6
0:01	25.3	25.5	25.8	25.6	25.7
0:02	25.5	25.7	25.9	25.9	25.9
0:03	25.8	26.1	26.1	26.2	26.1
0:04	25.9	26.4	26.4	26.3	26.6
0:05	26.3	26.4	26.7	26.6	27.1
0:06	26.4	26.7	26.9	27.1	27.7
0:07	26.4	26.6	27.2	27.3	28.1
0:08	26.6	26.6	27.4	27.4	28.4
0:09	26.6	26.8	27.5	27.4	28.6
0:10	26.6	26.8	27.6	27.7	30.6
0:11	26.7	26.9	27.7	28.1	30.9
0:12	26.6	26.9	28.0	28.2	31.1
0:13	26.6	27.0	28.1	28.4	31.8
0:14	26.6	27.1	28.1	28.7	31.9
0:15	26.6	27.2	28.2	29.5	31.8
0:16	26.7	27.2	28.3	29.7	32.2
0:17	26.6	27.1	28.3	30.1	32.7
0:18	26.7	27.2	28.6	30.7	33.3
0:19	26.8	27.3	28.6	30.9	33.2
0:20	26.8	27.5	28.5	31.0	33.3
0:21	26.8	27.5	28.6	31.0	33.4
0:22	26.7	27.4	28.6	31.1	33.4

(Sambungan)					
0:23	26.7	27.4	28.7	31.1	33.4
0:24	26.8	27.5	28.6	31.1	33.2
0:25	26.9	27.5	28.6	31.1	33.4
0:26	27.0	27.4	28.7	31.1	33.4
0:27	27.1	27.5	28.7	31.0	33.4
0:28	27.1	27.5	28.7	31.1	33.4
0:29	27.1	27.5	28.7	31.0	33.4
0:30	27.1	27.5	28.7	31.1	33.4



Gambar 4.21 Grafik *time response* kesetimbangan suhu isolasi pengujian suhu 25°C

Dari hasil pengujian di atas dapat diketahui bahwa suhu konduktor akan mencapai kesetimbangan lebih cepat saat arus pengujian lebih besar. Untuk pengujian dengan arus 0.6In suhu konduktor dan isolasi akan mencapai kesetimbangan menit ke-26, sedangkan untuk pengujian dengan arus pengujian 0.7In suhu konduktor dan isolasi akan mencapai nilai kesetimbangan menit ke-24.

Nilai kesetimbangan akan lebih cepat saat pengujian dengan arus yang lebih besar (0.8In) dengan nilai kesetimbangan di menit ke-21. Untuk pengujian dengan arus pengujian 0.9In nilai kesetimbangan dicapai dalam menit ke-20. Nilai kesetimbangan paling cepat dicapai untuk pengujian dengan arus paling besar (1In), yaitu di menit ke-18.

BAB 5

KESIMPULAN

- 1 Temperatur konduktor dan isolasi cenderung naik sampai 20 menit pertama, dan cenderung stabil (*steady state*) pada nilai tertentu setelah melewati waktu tersebut.
- 2 Untuk arus pengujian yang sama, semakin besar suhu pengujian maka nilai konduktivitasnya menjadi semakin kecil, sehingga kemampuan penghantar untuk mengalirkan arus menjadi semakin kecil.
- 3 *Time response* kesetimbangan suhu konduktor dan isolasi untuk pengujian dengan suhu 25°C, paling cepat dicapai saat pengujian dengan arus pengujian I_n dengan waktu time response 18 menit.
- 4 *Time response* kesetimbangan suhu konduktor dan isolasi untuk pengujian dengan suhu 25°C, paling lama dicapai saat pengujian dengan arus pengujian $0.6I_n$, yaitu di menit ke-26.

DAFTAR ACUAN

- [1] Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, SPLN 42-10, Jakarta, 1993.
- [2] Charlotha dan Yudhi, *Pengujian Kabel*, PENS-ITS, Surabaya, 2005.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [Http://www.citracable.com](http://www.citracable.com)
- [2] Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, SPLN 42-10, Jakarta, 1993.
- [3] Charlotha dan Yudhi, *Pengujian Kabel*, PENS-ITS, Surabaya, 2005.
- [4] IEC Standart 60811, International Electrotechnical Commission.
- [5] Leonardo Energy, *Ageing of Medium Voltage Cables*, Gerard Platbrood, Blandine Hennuy – Laborelec, March 2009.
- [6] Sheldrake, Alan L., *Handbook of Electrical Engineering - For Practitioners in the Oil, Gas and Petrochemical Industry*, John Wiley & Sons, Ltd., 2003.
- [7] Sheldrake, Alan L., *Handbook of Electrical Engineering - For Practitioners in the Oil, Gas and Petrochemical Industry*, John Wiley & Sons, Ltd., England, 2003.
- [8] Kuphaldt, Tony R., *Lesson in Electric Circuits – Volume I*, USA, 2008.
- [9] Kuphaldt, Tony R., *Lesson in Electric Circuits – Volume IV*, USA, 2008.
- [10] Abduh, Syamsir, *Pengujian Kabel Tegangan Tinggi XLPE dengan Menggunakan Teknik After Laying*, JETri, 2004.