

**PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI KABEL TEGANGAN RENDAH  
BERDASARKAN SPLN 42-2:1992 DAN SNI 04-6629:2011**



**SKRIPSI**

**Disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi S1 Pendidikan Vokasional Teknik Elektro**

**Oleh:**

**ARMAN MULIA**

**5115122589**

**PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2018**

## ABSTRAK

**ARMAN MULIA, Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Tegangan Rendah Berdasarkan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011.** Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta 2017. Dosen Pembimbing Ir.Drs. Parjiman, M.T. dan Imam Arif Raharjo, M.T.

Skripsi ini meneliti tentang tahanan isolasi pada kabel tegangan rendah. Menyampaikan kajian pengujian tahanan isolasi kabel kemudian disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011. Tujuan penelitian ini adalah menguji berdasarkan aspek listrik yang berkaitan dengan tahanan isolasi kabel untuk mengetahui apakah kabel habis pakai masih sesuai dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011 dan menganalisis apakah pengaruh tahanan isolasi terhadap arus bocor. Pengujian tahanan isolasi kabel meliputi pengujian resistans isolasi sebelum uji tegangan, pengujian tegangan kabel utuh dan pengujian resistans isolasi sesudah uji tegangan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian *quasi experimental design*. Desain ini mempunyai kelompok kontrol, tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen. Dalam desain penelitian ini sampel kabel dilakukan pengujian resistans isolasi dan pengujian tegangan kabel utuh disesuaikan berdasarkan ketentuan pengujian SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011. Parameter yang digunakan pada desain penelitian adalah tahanan isolasi dan arus bocor.

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian tahanan isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A, B, dan C didapatkan hasil dengan nilai paling rendah 182,70 Mohm.km untuk sampel A, 342,78 Mohm.km untuk sampel B, dan 238,38 Mohm.km untuk sampel C, pengujian tahanan isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel D, E, dan F didapatkan hasil dengan nilai paling rendah 42,10 Mohm.km untuk sampel D, 164,43 Mohm.km untuk sampel E, dan 44,89 Mohm.km untuk sampel F, dan pengujian tahanan isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel G, H, dan I didapatkan hasil dengan nilai paling rendah 400,20 Mohm.km untuk sampel G, 243,60 Mohm.km untuk sampel H, dan 45,41 Mohm.km. Berdasarkan hasil perbandingan nilai tahanan isolasi terhadap arus bocor didapatkan hasil bahwa nilai tahanan isolasi mempengaruhi nilai arus bocor. Semakin besar nilai tahanan isolasi maka arus bocor semakin kecil.

Kata Kunci : Tahanan Isolasi, SPLN, SNI, dan Kabel Tegangan Rendah

## ABSTRACT

**ARMAN MULIA, Insulation Resistance Test on Low Voltage Cable Based on SPLN 42-2: 1992 and SNI 04-6629: 2011.** Essay. Jakarta: Faculty of Engineering, State University of Jakarta 2017. Advisor: Drs. Ir. Parjiman, M.T. and Imam Arif Raharjo, M.T.

This research examines the insulation resistance of low voltage cables. Delivered a test for the value of cable insulation resistance then adjusted to SPLN 42-2: 1992 and SNI 04-6629: 2011. The purpose of this research is to test based on the electrical aspect related to the cable insulation resistance to determine whether the consumable cable is still in accordance with SPLN 42-2: 1992 and SNI 04-6629: 2011 and analyze whether the influence of insulation resistance to leakage current. Testing of cable insulation resistance values includes insulation resistance testing before the stress test, full cable stress testing and insulation resistance test after stress test.

The method used in this research is quasi experimental design research method. This design has a control group, but it can not function fully to control the outside variables that affect the implementation of the experiment. In the design of this study the cable samples carried out insulation resistance testing and full cable voltage testing adjusted according to the provisions of SPLN testing 42-2: 1992 and SNI 04-6629: 2011. The parameters used in this research design are isolation resistance and leakage current.

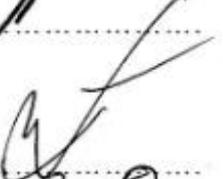
Based on the result of the research, the testing of cable insulation resistance of NYM 3 x 2.5 mm<sup>2</sup> for samples A, B, and C was obtained with the lowest value of 182.70 Mohm.km for sample A, 342,78 Mohm.km for sample B, and 238.38 Mohm.km for sample C, testing of 4 x 4 mm<sup>2</sup> NYM insulation resistance resistance for samples D, E, and F obtained results with the lowest value of 42.10 Mohm.km for sample D, 164.43 Mohm.km for samples E, and 44.89 Mohm.km for sample F, and an insulation resistance test of NYM cable 2 x 1.5 mm<sup>2</sup> for samples G, H, and I obtained results with the lowest value of 400.20 Mohm.km for sample G, 243.60 Mohm.km for sample H, and 45,41 Mohm.km. Based on the result of comparison of resistance value of resistance to leakage current, it is found that isolation resistance value influences leakage current value. The greater the insulation resistance value the smaller the leakage current.

Keywords: Resistance Insulation, SPLN, SNI, and Low Voltage Cable

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI KABEL TEGANGAN RENDAH**  
**BERDASARKAN SPLN 42-2:1992 DAN SNI 04-6629:2011**

**ARMAN MULIA / 5115122589**

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

<b>NAMA DOSEN</b>	<b>TANDA TANGAN</b>	<b>TANGGAL</b>
Drs.Purwanto G., MT (Ketua Penguji)		29.12.2017
Massus Subekti, MT (Sekretaris)		29-12-2017
Dr.Daryanto, MT (Dosen Ahli)		07-02-2018
Ir.Drs.Parjiman, MT (Dosen pembimbing I)		09-02-2018
Imam Arif Raharjo, MT (Dosen Pembimbing II)		15-01-2018

Tanggal Lulus:

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 9 Februari 2018

Yang membuat pernyataan



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Tegangan Rendah Berdasarkan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011” yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam kesempatan kali ini, izinkan saya sebagai penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Massus Subekti, M.T selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Ir.Drs. Parjiman, M.T. dan Bapak Imam Arif Raharjo , M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan serta pengarahan selama penyusunan skripsi.

Terimakasih juga saya ucapkan kepada Ayah, Mama, Kak Nurhayati, Adik adik, Om Rido, Om Tahir, Pak Ivan, keluarga Meni, sahabat dan teman-teman Retro yang telah memberikan semangat, doa, serta dukungannya. Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan pengembangan selanjutnya.

Jakarta, 9 Februari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I   PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Perumusan Masalah .....	4
1.5. Tujuan Penelitian .....	5
1.6. Kegunaan Penelitian .....	5
<b>BAB II   KERANGKA TEORITIS DAN KERANGKA BERPIKIR</b>	
2.1. Kajian Teoritik.....	7
2.1.1. Tahanan Isolasi .....	7
2.1.2. Kabel.....	8
2.1.2.1. Kabel NYA .....	10
2.1.2.2. Kabel NYM .....	11
2.1.3. Arus Bocor ( <i>Leakage Current</i> ).....	17
2.1.3.1. Proses Terjadinya Arus Bocor .....	17
2.1.4. Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung.....	18
2.1.5. Alat Ukur Megger (Megaohm Meter) .....	24
2.1.5.1. Prinsip Kerja Megger.....	25
2.1.6. Pengujian Isolasi.....	26

2.1.6.1. Pengujian Resistans Isolasi.....	26
2.1.6.2. Pengujian Tegangan Kabel Utuh.....	29
2.2. Kerangka Berpikir .....	31

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
3.2. Metode Penelitian .....	35
3.3. Populasi, Sampel dan Variabel Penelitian .....	36
3.3.1. Populasi .....	36
3.3.2. Sampel .....	36
3.3.3. Variabel Penelitian .....	37
3.4. Instrumen Penelitian .....	37
3.4.1. Observasi Lapangan dan Dokumentasi .....	37
3.4.2. Alat Ukur .....	38
3.4.3. Spesifikasi Kabel .....	41
3.4.4. Blangko Uji.....	44
3.5. Langkah Penelitian .....	49
3.6. Teknik Pengumpulan Data .....	58
3.7. Teknik Analisis Data .....	59

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Penelitian .....	60
4.1.1. Spesifikasi Instalasi Gedung Bertingkat .....	60
4.1.2. Hasil Pengujian .....	62
4.1.2.1 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan ...	62
4.1.2.2 Pengujian Tegangan Kabel Utuh .....	70
4.1.2.3 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan ....	76
4.2. Pembahasan .....	82
4.2.1. Analisis Pengaruh Arus Bocor Terhadap Tahanan Isolasi.....	82
4.2.2. Kesesuaian SNI 04-2699:1999 dan SNI 04-6629:201169 .....	90

4.2.2.1.	Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi .....	90
4.2.2.2.	Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh .....	97
4.2.3.	Dampak Penelitian .....	102
4.2.4.	Solusi Penelitian.....	103
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1.	Kesimpulan .....	105
5.2.	Saran.....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	107
<b>LAMPIRAN</b>	.....	110

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1.1. Data Kebakaran Daerah DKI Jakarta Berdasarkan Penyebab .....	3
Tabel 2.1. Nilai Minimum Resistans Isolasi .....	31
Tabel 2.2. Standar Pengujian Tegangan Kabel Utuh .....	32
Tabel 2.3. Standar Pengujian Tegangan Kabel Utuh .....	32
Tabel 2.4. Standar Pengujian Resistans Insulasi .....	33
Tabel 3.1. Sampel Uji.....	37
Tabel 3.2. Alat Ukur Penelitian.....	38
Tabel 3.3. Spesifikasi Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> .....	41
Tabel 3.4. Spesifikasi Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> .....	42
Tabel 3.5. Spesifikasi Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> .....	43
Tabel 3.6. Pengujian Resistans Isolasi .....	46
Tabel 3.7. Pengujian Tegangan Kabel Utuh .....	48
Tabel 3.8. Hasil Pengukuran Beban Pada Gedung X.....	50
Tabel 3.9. Pemilihan Sampel Kabel Gedung X .....	52
Tabel 3.10. Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan .....	52
Tabel 3.11. Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel .....	53
Tabel 3.12. Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan .....	54
Tabel 3.13. Nilai Arus Bocor Kabel.....	54
Tabel 3.14. Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan Dengan Nilai Arus Bocor Kabel .....	55
Tabel 3.15. Nilai Resistans Isolasi Pada Suhu 20°C .....	56
Tabel 3.16. Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel Dengan SPLN 42-2:1992 .....	57
Tabel 3.17. Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh Dengan SNI 04-6629:2011 .....	57
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Beban Pada Gedung X.....	61
Tabel 4.2. Pemilihan Sampel Kabel Gedung X .....	62
Tabel 4.3. Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel A .....	63
Tabel 4.4. Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel B.....	63
Tabel 4.5. Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel C.....	65

Tabel 4.6.	Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel D .....	66
Tabel 4.7.	Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel E.....	66
Tabel 4.8.	Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel F.....	67
Tabel 4.9.	Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel G .....	67
Tabel 4.10.	Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel H .....	69
Tabel 4.11.	Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel I.....	69
Tabel 4.12.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel A.....	70
Tabel 4.13.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel B.....	71
Tabel 4.14.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel C.....	71
Tabel 4.15.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel D.....	72
Tabel 4.16.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel E.....	73
Tabel 4.17.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel F .....	74
Tabel 4.18.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel G.....	74
Tabel 4.19.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel H.....	75
Tabel 4.20.	Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel I.....	75
Tabel 4.21.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel A .....	76
Tabel 4.23.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel B .....	77
Tabel 4.24.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel C .....	77
Tabel 4.25.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel D.....	78
Tabel 4.26.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel E.....	79
Tabel 4.27.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel F.....	79
Tabel 4.28.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel G.....	80
Tabel 4.29.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel H.....	81
Tabel 4.30.	Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel I.....	81
Tabel 4.31.	Nilai Arus Bocor Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> .....	82
Tabel 4.32.	Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan Dengan Nilai Arus Bocor Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> .....	83
Tabel 4.33.	Nilai Arus Bocor Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> .....	85
Tabel 4.34.	Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan Dengan Nilai Arus Bocor Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> .....	86
Tabel 4.35.	Nilai Arus Bocor Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> .....	88
Tabel 4.36.	Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan	

	Dengan Nilai Arus Bocor Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> .....	89
Tabel 4.37.	Nilai Resistans Isolasi pada Suhu 20°C	
	Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> .....	91
Tabel 4.38.	Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup>	
	dengan SPLN 42-2:1992 .....	92
tabel 4.39.	Nilai Resistans Isolasi pada Suhu 20°C	
	Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> .....	94
Tabel 4.40.	Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup>	
	dengan SPLN 42-2:1992 .....	95
Tabel 4.41.	Nilai Resistansi Isolasi pada Suhu 20°C	
	Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> .....	96
Tabel 4.42.	Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup>	
	dengan SPLN 42-2:1992 .....	97
Tabel 4.43.	Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh Kabel	
	NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011 .....	98
Tabel 4.44.	Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh Kabel	
	NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011 .....	100
Tabel 4.45.	Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh Kabel	
	NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011 .....	101

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Kabel Jenis NYA .....	11
Gambar 2.2. Kabel Jenis NYM .....	13
Gambar 2.3. Kontruksi Kabel NYM .....	14
Gambar 2.4. Alat Ukur Megger .....	24
Gambar 2.5. Rangkaian Pengujian Resistans Isolasi.....	28
Gambar 2.6. Rangkaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh.....	31
Gambar 3.1. Alat Ukur Tang Ampere .....	39
Gambar 3.2. Alat Ukur Megaohm Meter .....	40
Gambar 3.3. Alat Ukur HV Test .....	40
Gambar 3.4. Konstruksi Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> .....	42
Gambar 3.5. Konstruksi Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> .....	43
Gambar 3.6. Konstruksi Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> .....	44
Gambar 3.7. Rangkaian Pengujian Resistans Isolasi.....	46
Gambar 3.8. Rangkaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh.....	48
Gambar 4.1. Sampel Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> .....	63
Gambar 4.2. Sampel Kabel NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> .....	65
Gambar 4.3. Sampel Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Job Sheet Penelitian.....	110
Lampiran 2 Perhitungan Resistans Isolasi pada Suhu 20°C.....	118
Lampiran 3. Standar Konstruksi dan KHA Kabel NYM SPLN 42-1992.....	123
Lampiran 4. Standar Konstruksi dan KHA Kabel NYM SNI 04-2699:1999 .....	124
Lampiran 5. Persyaratan Uji Listrik Untuk Kabel Berinsulasi PVC .....	125
Lampiran 6. Faktor Koreksi Suhu 20°C.....	126
Lampiran 7. Pemeriksaan dan Pengujian Intsalasi Menurut Permen No.12 Tahun 2015 .....	127
Lampiran 8. Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung Menurut UU No.28 Tahun 2002.....	129
Lampiran 9. Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung Menurut PP No.6 Tahun 2005 .....	134
Lampiran 10. Spesifikasi Alat Ukur Megger .....	139
Lampiran 11. Spesifikasi HV Test .....	140
Lampiran 12. Instruksi Kerja Pengujian Kabel Jenis NYM .....	141
Lampiran 13. Validasi Data Pengujian Isolasi .....	146
Lampiran 14. Foto Dokumentasi.....	152
Lampiran 15. Surat Izin Penelitian PT. PLN (Persero) PUSLITBANG .....	155

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Dalam kehidupan sehari-hari, listrik menjadi sesuatu yang sangat dibutuhkan. Listrik dapat dimanfaatkan untuk penerangan (lampu) dan sebagai sumber peralatan listrik lainnya. Dalam perkembangannya, kebutuhan beban listrik akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya teknologi. Kebutuhan akan beban listrik ini seringkali tidak diimbangi dengan perawatan dan pembaharuan pada instalasi listriknya.

Untuk menyalurkan energi listrik dibutuhkan penghantar listrik. Salah satu penghantar listrik yang umum digunakan adalah kabel. Kabel memiliki beberapa bagian seperti inti atau konduktor, bahan isolasi, bahan pengisi, bahan pengikat, bahan pelindung beban mekanik dan selubung pelindung luar. Kabel memiliki peranan yang sangat penting dalam menyalurkan daya listrik.

Pada penghantar yang sudah lama dan sering digunakan maka akan mengalami penurunan tahanan isolasi. Penurunan kualitas isolasi tersebut dapat mengakibatkan kebocoran arus pada penghantar. Hal ini disebabkan karena terkena panas dari aliran arus listrik dalam kurun waktu tertentu. Apabila kawat penghantar terlalu kecil dapat menyebabkan isolasi menjadi rusak atau meleleh akibat panas dari hantaran arus, rusaknya isolasi penghantar dapat menyebabkan terjadinya hubung singkat yang dapat menyebabkan kebakaran.

Menurut Permen nomor 12 tahun 2015 tentang keselamatan dan kesehatan kerja listrik pasal 11 ayat (1) dan ayat (2) menjelaskan “pemeriksaan secara berkala pada instalasi listrik dilakukan paling sedikit satu (1) tahun sekali dan pengujian secara berkala dilakukan paling sedikit lima (5) tahun sekali”. Pemeriksaan sebagaimana dimaksud merupakan kegiatan penilaian dan pengukuran terhadap instalasi, perlengkapan, dan peralatan listrik untuk memastikan terpenuhinya standar bidang kelistrikan dan ketentuan perundang-undangan. Pengujian sebagaimana dimaksud merupakan kegiatan penilaian, perhitungan, pengetesan, dan pengukuran terhadap instalasi, perlengkapan dan peralatan listrik untuk memastikan terpenuhinya standar bidang kelistrikan dan ketentuan perundang-undangan. Pemeriksaan dan pengujian wajib dilakukan pada perencanaan, pemasangan, penggunaan, perubahan, dan pemeliharaan untuk kegiatan pembangkitan, transmisi, distribusi dan pemanfaatan listrik. Jadi dapat disimpulkan untuk instalasi listrik yang sudah lebih dari 5 tahun perlu dilakukan pemeriksaan dan pengujian.

Berdasarkan data statistik dari Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan DKI Jakarta Pada tabel 1.1, kasus kebakaran yang terjadi di Jakarta kebanyakan disebabkan oleh listrik. Pada tabel 1.1 dapat diketahui data penyebab kebakaran dari tahun 2012-sampai 2016, sebagaimana diketahui penyebab kebakaran yang disebabkan oleh listrik selalu yang terbanyak dari lainnya. Meskipun penyebab listrik tiap tahun tidak fluktuatif, penyebab kebakaran oleh listrik selalu menjadi yang tertinggi dibandingkan yang lainnya. Penyebab kebakaran oleh listrik ini biasanya disebabkan korsleting listrik.

**Tabel 1.1 Data Kebakaran Daerah DKI Jakarta Berdasarkan Penyebab**

Tahun	Penyebab Kebakaran				
	Listrik	Rokok	Kompor	Lain-Lain	Belum Diketahui
2012	577	48	80	303	10
2013	725	31	54	694	13
2014	678	45	75	452	15
2015	711	88	83	590	9
2016	167	4	17	44	0

\*Data Tahun 2016 dapat berubah

Sumber : <http://www.jakartafire.net/statistic> diakses tanggal 8-8-2016 pukul 1.06

Instalasi listrik yang baik tentunya menggunakan kabel instalasi yang sesuai dengan standar SNI/PLN seperti kabel dengan insulator PVC. Insulator PVC memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan instalasi listrik rumah/gedung dan memenuhi syarat standar serta beberapa kelebihan dari materi lain antara lain yang lebih ringan, sifat mekanik yang lebih baik, sifat rugi dielektrik yang lebih kecil, faktor disipasi yang lebih kecil, serta resistivitas volume yang lebih tinggi. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan pengujian tahanan isolasi kabel tegangan rendah pada Gedung X. Kabel yang diuji pada penelitian ini merupakan kabel habis pakai yang digunakan pada gedung bertingkat. Adapun tujuan peneliti mengambil sampel kabel habis pakai karena dengan meneliti kabel habis pakai maka tingkat untuk kecilnya nilai tahanan isolasi yang didapat akan semakin besar dibanding dengan kabel yang baru yang nilai tahanan isolasi kabelnya kebanyakan masih bagus. Dengan begitu akan semakin mempermudah untuk mempelajari karakteristik kabel dan faktor-faktor yang mempengaruhi dari nilai tahanan isolasi kabel. Berdasarkan

uraian diatas maka peneliti bermaksud untuk meneliti “Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Tegangan Rendah Berdasarkan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011”.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat dijabarkan beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Bagaimanakah kondisi konduktor kabel yang dipakai pada Gedung X?
2. Bagaimanakah kondisi umur kabel yang dipakai pada Gedung X?
3. Bagaimanakah pengaruh beban terhadap tahanan isolasi kabel yang dipakai pada Gedung X?
4. Bagaimanakah cara mengetahui tahanan isolasi kabel habis pakai pada Gedung X sudah sesuai standar?
5. Bagaimanakah nilai tahanan isolasi pada kabel Gedung X pada saat dilakukan pengujian?
6. Apakah yang mempengaruhi nilai tahanan isolasi kabel tegangan rendah?

## **1.3. Batasan Masalah**

Dari uraian permasalahan yang telah diidentifikasi, untuk lebih menspesifikasikan penelitian dilakukan pembatasan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Spesifikasi alat ukur yang digunakan adalah MEGGER model S1-1054/2.
2. Kabel yang diteliti adalah kabel habis pakai.

3. Pemilihan kabel jenis NYM ukuran  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ,  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ ,  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  masing-masing berjumlah 3 buah berdasarkan beban yang paling besar.
4. Panjang kabel yang diteliti sepanjang 10 m.

#### **1.4. Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian

1. Apakah tahanan isolasi kabel tegangan rendah habis pakai sesuai dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 042699:2011 setelah dilakukan pengujian tahanan isolasi?
2. Apakah pengaruh tahanan isolasi terhadap arus bocor?

#### **1.5. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut

1. Dari segi pendidikan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai standar tahanan isolasi menurut SPLN 42-2:1992 dan SNI 042699:2011.
2. Dari segi teknis, penelitian ini bertujuan untuk menguji berdasarkan aspek listrik yang berkaitan dengan tahanan isolasi kabel untuk mengetahui apakah kabel habis pakai masih sesuai dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011.
3. Dari segi gedung, penelitian ini bertujuan untuk memahami perlengkapan listrik khususnya kabel yang aman dipakai untuk menghindari bahaya kebakaran yang disebabkan oleh tahanan isolasi kabel.

## **1.6. Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik dari segi keilmuan maupun segi praktis. Adapun kegunannya sebagai berikut:

1. Dari segi keilmuan, hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi khususnya pada pengembangan ilmu dibidang kelistrikan yang berhubungan dengan nilai tahanan isolasi pada kabel tegangan rendah.
2. Dari segi praktis, hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi teknisi di Gedung X untuk menggunakan perlengkapan listrik khususnya kabel yang sesuai dengan standar.

## BAB II

### KERANGKA TEORITIS DAN KERANGKA BERPIKIR

#### 2.1. Kajian Teoritik

##### 2.1.1. Tahanan Isolasi

Tahanan isolasi pada kabel adalah rasio dari tegangan yang diberikan pada kabel dibanding total arus yang mengalir diantaranya. Arus tersebut disebut dengan *leakage current*/ arus bocor. Pengukuran tahanan isolasi dilakukan pada beberapa kabel/konduktor, pengukuran dilakukan dengan mengukur antara konduktor yang satu dengan yang lainnya dan selubung isolasinya. Tahanan isolasi antara konduktor pada kabel berinti lebih dari satu (antara konduktor dengan kulit isolasi) idealnya memiliki tahanan isolasi yang sangat tinggi, biasanya  $>10$  Gohm (Cakra, 2009:18). Tingginya tahanan isolasi mengindikasikan baiknya suatu sistem atau peralatan yang diukur dan dapat menghindari gangguan pada sistem/peralatan.

Dalam menentukan dimensi suatu sistem isolasi dibutuhkan pengetahuan yang pasti mengenai jenis, besaran, dan durasi tekanan dielektrik yang akan dialami bahan isolasi tersebut, dan disamping itu perlu mempertimbangkan kondisi sekitar di mana isolasi akan ditempatkan. Selain itu perlu juga diperhatikan sifat-sifat dari berbagai bahan isolasi sehingga dapat dipilih bahan-bahan yang tepat untuk untuk suatu sistem isolasi. Sifat-sifat bahan isolasi ditentukan pada keadaan kondisi standar. Adapun fungsi utama dari bahan isolasi adalah:

- 1) Untuk mengisolasi antara suatu penghantar dengan penghantar lainnya.

- 2) Misalnya antara konduktor fasa dengan dengan konduktor fasa, atau konduktor fasa dengan tanah
- 3) Menahan gaya mekanis akibat adanya arus pada konduktor yang diisolasi
- 4) Mampu menahan tekanan yang diakibatkan panas dan reaksi kimia

Pengujian tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui tahanan isolasi kabel yang terpasang. Agar dapat terdeteksi kemungkinan hubung singkat (*short circuit*) yang akan mungkin terjadi (Lestari, 2016:31). Pengujian harus dilaksanakan pada unit konsumen dengan suplai utama dimatikan, semua sekering dipasang dan semua saklar tertutup. Lampu neon, kapasitor dan rangkaian elektronik harus diputuskan sambungannya karena mereka akan menyala, termuati atau menjadi rusak karena pengujian. Adapun Prosedur pengujian isolasi sebagai berikut:

- Pengujian konduktor fase dan netral
- Pengujian konduktor fase dan arde
- Pengujian antar fase (Trevor, 2004: 109)

### **2.1.2. Kabel**

Kabel adalah penghantar yang dilapisi dengan isolasi (penghantar berisolasi). Kabel merupakan rakitan satu penghantar atau lebih, baik penghantar itu pejal maupun pitalan, masing-masing dilindungi dengan isolasi dan keseluruhannya dilengkapi dengan selubung pelindung bersama. Dalam sistem tenaga listrik, kabel merupakan benda yang sangat penting. Secara umum kabel memiliki 2 fungsi yaitu untuk menyalurkan daya listrik dari satu tempat ketempat yang lain dan untuk membawa sinyal informasi dari stu tempat ketempat lain (Faizal, 2009:2).

Menurut PUIL (2000:241) kabel instalasi inti tunggal berisolasi PVC (*Poly Vinil Chlorid*) tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi Kuat Hantar Arus (KHA) untuk masing-masing luas penampang nominal. Sehingga setiap penghantar yang dipasang dalam instalasi listrik harus terdapat tanda pengenal kabel sehingga memudahkan dalam pemasangan penghantar. Penghantar yang pada umumnya digunakan dalam penerangan adalah jenis kabel terselubung.

Menurut PUIL 2011, ketentuan tentang tegangan pengenal kabel diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Kabel Tegangan Rendah : 230/400 (300) V, 300/500 (400)V, 400/690 (600)V, 450/750 (690)V, 0,61 kV (1,2 kV)
- 2) Kabel Tegangan Menengah : 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV) dan 18/30 kV (36 kV).

Tegangan pengenal yang ditentukan untuk kabel dinyatakan dengan perbandingan  $U_0/U$ . Tegangan pengenal  $U_0$  adalah tegangan frekuensi kerja antara fase dan penghantar tanah atau netral. Tegangan pengenal  $U$  adalah tegangan frekuensi kerja antar penghantar fase (SPLN 42-2:1992:2). Seperti Contoh untuk tegangan pengenal 300/500 (400) V maka 300 merupakan tegangan frekuensi kerja antara fase dan penghantar tanah atau netral, 500 merupakan tegangan frekuensi kerja antar penghantar fase, sedangkan nilai tegangan pengenal didalam tanda kurung adalah nilai tegangan kerja tertinggi untuk perlengkapan yang dibolehkan untuk kabel.

Dalam dokumen yang dikeluarkan PT.PLN (2011) pengelompokan tipe kabel dapat dibedakan berdasarkan penggunaannya pada suatu sistem yaitu:

- a) Tegangan Rendah (TR): Tegangan sistem sampai dengan 1.000 Volt
- b) Tegangan Menengah (TM): Tegangan sistem sampai 35.000 volt
- c) Tegangan Tinggi (TT): Tegangan sistem sampai dengan 245.000 Volt
- d) Tegangan Ekstra Tinggi : Tegangan sistem diatas 245.000 Volt

#### **2.1.2.1. Kabel NYA**

Kabel NYA adalah penghantar dari tembaga yang berinti tunggal berbentuk pejal dan menggunakan isolasi PVC. Kabel ini merupakan kabel rumah yang paling banyak digunakan. Kabel NYA digunakan untuk ruangan yang kering, untuk instalasi tetap di dalam pipa, dan sebagai penghubung dalam box panel. Isolasi kabel NYA umumnya diberi warna hijau – kuning untuk ground, biru muda untuk netral, dan hitam, kuning, merah untuk fasa (PUIL 2000; Tabel 7.2-1)

Dalam instalasi listrik gedung biasanya memakai kabel ukuran dengan luas penampang 1,5 mm dan 2,5 mm. Kabel NYA umumnya dipakai di perumahan Karena harganya yang relatif murah. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, mudah terkelupas, tidak tahan air, dan mudah digigit tikus.

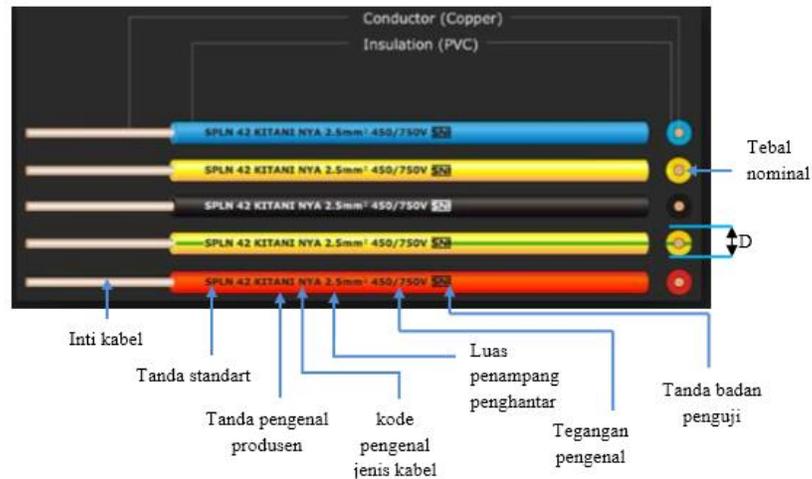
Arti dari NYA adalah sebagai berikut:

- N = Normal artinya kabel terbuat dari bahan tembaga
- Y = Sebagai bahan isolasinya terbuat dari bahan PVC
- A = Ader artinya kabel terdiri dari satu penghantar

Pada gambar 2.1 dapat dilihat merupakan konstruksi kabel jenis NYA yang terdiri dari inri kabel, tanda standar, tanda pengenal , kode pengenal jenis kabel, luas penampang penghantar, tegangan pengenal, tanda badan penguji, dan tebal nominal.

Ada beberapa ketentuan pemasangan kabel NYA yaitu :

- Kabel NYA tidak boleh dipasang di tempat basah, di alam terbuka serta di tempat dengan resiko keamanan baik terhadap manusia maupun bahaya kebakaran
- Kabel NYA bila ditanam dalam tanah harus diberi pipa pelindung yang terbuat dari PVC
- Kabel NYA boleh dipakai dalam kotak hubung seperti sekering, kotak pembagi dan lain-lain



**Gambar 2.1. Kabel Jenis NYA**

Sumber : jeniskabel.blogspot.co.id

Menurut Pedoman Verifikasi KONSUIL (2014: 16) Kabel rumah tanpa selubung berinsulasi PVC (yaitu NYA, NYAF) dan berinsulasi karet, tidak boleh dipasang didalam atau pada kayu, dan tidak boleh pula langsung pada, didalam atau di bawah plesteran. Oleh karena itu kabel NYA harus terpasang didalam pipa.

#### 2.1.2.2. Kabel NYM

Kabel NYM memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2,3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga

tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA. Kabel ini dapat dipergunakan di lingkungan yang kering dan lembab, serta di udara terbuka namun tidak boleh ditanam.

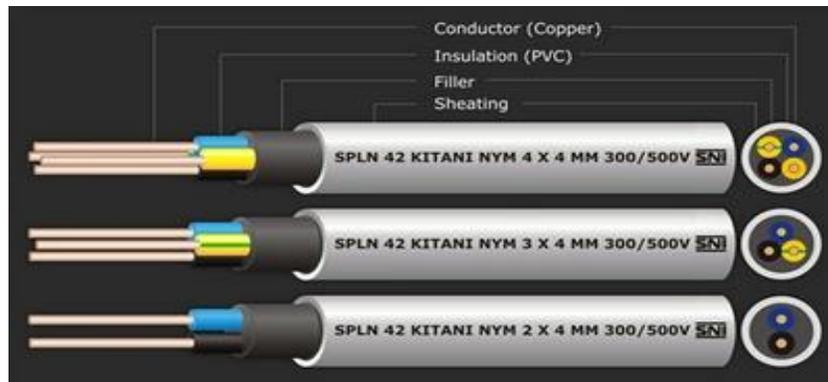
Isolasi inti NYM harus diberi warna hijau-kuning, biru muda, merah, hitam, atau kuning. Khusus warna hijau-kuning tersebut pada seluruh panjang inti dan dimaksudkan untuk penghantar tanah. Sedangkan warna selubung luar kabel harus berwarna putih atau putih keabu-abuan

Kawat berisolasi karet baik NYM dan NYA biasanya digunakan pada instalasi rumah. Kawat-kawat tersebut dimasukkan dalam pipa. diameter saluran utama untuk suatu golongan paling tidak  $2,5 \text{ mm}^2$ . Kawat penghubung yang menghubungkan saklar ke lampu-lampu diperbolehkan mempunyai penampang 1,5 mm. Sebagai penghantar digunakan kabel berisolasi ganda (misalnya NYM) yang terdiri atas dua atau tiga inti tembaga pejal dengan penampang tiap intinya minimum 1,5 mm (PUIL 2000: 382).

Arti dari kode pengenal NYM menurut SPLN 42-2:1992 adalah sebagai berikut:

- N = normal artinya kabel terbuat dari bahan tembaga
- Y = pelindung terbuat dari bahan *polyvinyl chloride*
- M = artinya selubug kabel terbuat dari PVC
- 3 x 2,5 mm = kabel tersebut memiliki 3 buah penghantar yang masing-masing berukuran 2,5 mm
- re = Penghantar padat bulat
- rm = Penghantar bulat berkawat banyak

Pada gambar 2.2 merupakan konstruksi kabel jenis NYM yang terdiri dari inti kabel, tanda standar, tanda pengenal, kode pengenal jenis kabel, luas penampang penghantar, tegangan pengenal, tanda badan penguji, dan tebal nominal.



**Gambar 2.2. Kabel NYM**

Sumber: belajarelektronika.net

Dalam pemasangan instalasi listrik perlu diperhatikan konduktor pada sirkit masuk. Sirkit masuk yaitu keluaran dari KWH menuju PHB di dalam rumah. Konduktor sirkit masuk harus mempunyai penampang tidak kurang dari  $4 \text{ mm}^2$  untuk konduktor berinsulasi dan penyangga.

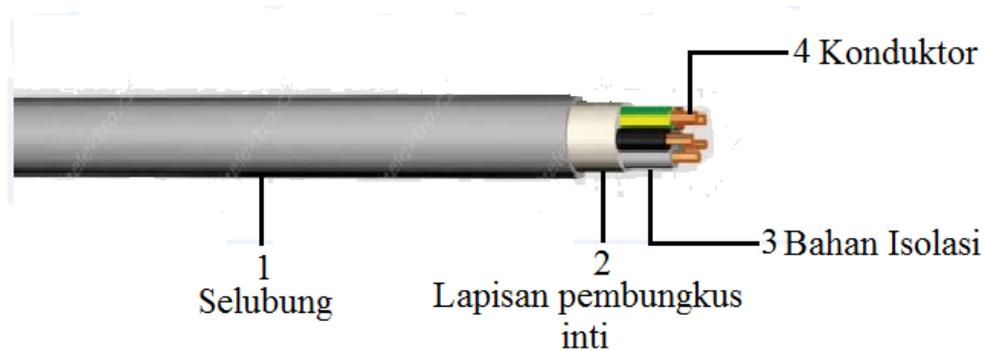
Kabel yang dipergunakan untuk jaringan instalasi listrik Gedung adalah ukuran 1,5 mm dan 2,5 mm. Dengan ketentuan untuk pemasangan stop kontak menggunakan kabel dengan luas penampang tidak kurang dari 2,5 mm. Sedangkan untuk pemasangan lampu menggunakan kabel dengan ukuran 1,5 mm atau 2,5 mm

#### **A. Kontruksi Kabel NYM**

Pada gambar 2.3 dijelaskan bahwa Konstruksi Kabel NYM terdiri dari:

- 1) Selubung

Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung inti kabel dari pengaruh luar, pelindung terhadap korosi, pelindung terhadap gaya mekanis dan gaya listrik maupun sebagai pelindung terhadap masuknya air atau uap air. Bahan yang digunakan adalah logam, seperti timbal atau aluminium, maupun bahan sintesis seperti karet silikon dan PVC.



**Gambar 2.3. Konstruksi Kabel NYM**

Sumber: <http://www.bbelektro.cz>

## 2) Lapisan Pembungkus Inti

Untuk tegangan kerja yang tinggi, setiap inti kabel dilengkapi dengan sesuatu lapisan yang disebut lapisan pembungkus inti, yang terbuat dari bahan semikonduktif. Lapisan tersebut berfungsi untuk:

- Meratakan distribusi listrik sehingga tidak terjadi penimbunan tegangan.
- Untuk mengamankan manusia dari bahaya listrik.
- Untuk menahan radiasi elektromagnetik.

## 3) Bahan Isolasi

Isolasi suatu kabel merupakan bahan yang berfungsi untuk menahan tekanan listrik sehingga energi listrik tidak bocor. Terdapat berbagai jenis bahan isolasi yang umumnya dikelompokkan bahan isolasi cair, isolasi gas, dan isolasi padat.

#### 4) Konduktor

Merupakan bagian dari kabel yang bertegangan dan berfungsi untuk menyalurkan energi listrik umumnya tidak berupa satu hantaran pejal tetapi kumpulan kawat yang dipilin agar lebih fleksibel. Bahan yang digunakan adalah tembaga dan aluminium. Bentuk penampangnya bisa bulat tanpa rongga, bulat berongga, maupun bentuk sectoral.

### **B. Karakteristik Kabel NYM**

#### 1) Uji Tegangan pada Inti-Inti Kabel

Pengujian dilakukan pada contoh uji sepanjang 5 m. Selubung dan lapisan pembungkus lainnya atau pengisi harus dikupas tanpa merusak inti-inti kabel. Kemudian contoh uji direndam dalam air pada suhu  $(25\pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama minimum 1 jam, dan harus mampu menahan tegangan 2 kV. Lama pengujian minimum 5 menit (SPLN 42-2, 1992:7).

#### 2) Resistans Isolasi $20^{\circ}\text{C}$

Pengukuran resistans isolasi diukur sesuai dengan SPLN 39, nilai resistans isolasi masing-masing inti terhadap inti/gabungan inti yang lain pada kabel utuh tidak boleh kurang dari nilai spesifikasi yang tercantum pada table SPLN 39. Apabila suhu pengukuran selain  $20^{\circ}\text{C}$ , maka resistans isolasi harus dikoreksi ke suhu  $20^{\circ}\text{C}$  dengan

mengalikan faktor koreksi sesuai dengan tabel faktor koreksi suhu yang terdapat pada lampiran 5.

### **C. Standar Kabel NYM**

Standar adalah spesifikasi teknis atau sesuatu yang dibakukan, disusun berdasarkan konsesus semua pihak yang terkait dengan memperhatikan syarat-syarat kesehatan, keselamatan, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta pengalaman, perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya.

Menurut Peraturan Pemerintah No.15 tahun 1991 Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah standar yang ditetapkan oleh instansi teknis setelah mendapat persetujuan dari Dewan Standardisasi Nasional, dan berlaku secara nasional di Indonesia.

Standar Nasional Indonesia bertujuan:

1. Memberikan perlindungan kepada konsumen, tenaga kerja, dan masyarakat baik dalam keselamatan maupun kesehatan.
2. Mewujudkan jaminan mutu dengan memperhatikan sector-sektor yang terkait.
3. Meningkatkan daya guna, hasil guna, dan produktivitas dalam mencapai mutu produk dan/atau jasa yang memenuhi standar.

Standar Nasional Indonesia untuk jenis kabel NYM diatur oleh SNI 04-2699:1999 dapat dilihat pada lampiran 4 Standar Konstruksi dan KHA Kabel NYM.

Selain Standar Nasional Indonesia, standar yang lain digunakan di Indonesia adalah SPLN yaitu standar yang digunakan oleh PLN. Standar untuk kabel NYM

menurut SPLN adalah SPLN 42-2:1992 yang ditunjukkan pada lampiran 3 Standar Konstruksi dan KHA Kabel NYM.

### **2.1.3. Arus Bocor (*Leakage Current*)**

Arus bocor (*leakage current*) merupakan arus yang mengalir menembus atau melalui permukaan isolasi. Isolasi berfungsi untuk memisahkan secara elektrik dua buah penghantar atau lebih yang saling berdekatan, sehingga tidak terjadi kebocoran arus. Arus bocor juga disebabkan oleh rongga-rongga pada bahan isolasi yang disebabkan kesalahan pembuatan bahan isolasi tersebut. Arus listrik secara normal akan melewati konduktor kabel, sedangkan arus bocor yang tidak diinginkan akan mengalir secara radial dari konduktor melalui dielektrik ke lapisan pelindung. Arus bocor terjadi jika ada degradasi kualitas dari komponen instalasi, misalnya kerusakan isolasi kabel. Sebagai contoh, misalnya kabel terkelupas kemudian terkena air maka air akan mengalirkan arus listrik yang menimbulkan panas (Susiono, 2010:2).

#### **2.1.3.1. Proses Terjadinya Arus bocor**

Didalam kabel sering kali terdapat rongga-rongga yang berisi gas atau udara. Rongga gas atau udara ini terbentuk pada waktu pembuatan kabel atau waktu pemakaian pada kabel. seperti yang diketahui bahwa suatu kabel terdiri dari beberapa macam lapisan yang terbuat dari bahan yang berlainan dan mempunyai koefisien muai yang berlainan pula (Erhaneli,2012:29). Jika terjadi pemanasan dan pendinginan baik pada waktu pembuatan atau pada waktu pembebanan dengan arus maka pemuaian dan penyusutan dari masing-masing bahan akan berbeda. Akibatnya akan terbentuklah rongga-rongga berisi gas atau udara diantara lapisan-lapisan itu dan

rongga-rongga gas atau udara ini mempunyai kekuatan dielektrik yang lebih kecil dari bahan-bahan isolasinya yang padat. Rongga-rongga pada bahan isolasi dapat juga timbul pada waktu pembuatan kabel.

#### **2.1.4. Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung**

Berdasarkan UU No.28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, bahwa gedung harus memenuhi persyaratan keandalan dan keselamatan. Persyaratan bangunan gedung tertuang dalam UU No.28 tahun 2002 pasal 7 yang berisi:

- 1) Setiap bangunan gedung harus memenuhi persyaratan administratif persyaratan teknis sesuai dengan fungsi bangunan gedung.
- 2) Persyaratan administratif bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi persyaratan hak atas tanah, status kepemilikan bangunan gedung, dan izin mendirikan bangunan.
- 3) Persyaratan teknis bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi persyaratan tata bangunan dan persyaratan keandalan bangunan.

Persyaratan keandalan bangunan gedung adalah kondisi keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahanyang memenuhi persyaratan teknis oleh kinerja bangunan bangunan gedung (Rosalina,2011:14). Persyaratan keandalan bangunan gedung bertingkat diatur dalam UU No.28 Tahun 2002 pasal 16 dan PP No.36 Tahun 2005 pasal 31 yang meliputi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan.

##### **A. Persyaratan Keselamatan**

Persyaratan keselamatan meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan serta kemampuan gedung dalam mencegah bahaya dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir

➤ **Ketahanan Struktur**

Setiap bangunan gedung, strukturnya harus direncanakan kuat, kokoh, dan stabil dalam memikul beban/kombinasi beban dan memenuhi persyaratan kelayakan (*serviceability*) selama umur yang direncanakan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan gedung, lokasi, keawetan, dan kemungkinan pelaksanaan konstruksinya. Kemampuan memikul beban diperhitungkan terhadap pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa dan angin.

➤ **Proteksi Bahaya Kebakaran**

Bangunan Gedung kecuali rumah tinggal tunggal dan rumah deret sederhana harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran dengan system proteksi pasif dan system proteksi pasif. Penerapan sistem proteksi pasif didasarkan pada fungsi/klasifikasi resiko kebakaran, geometri ruang, bahan bangunan terpasang, dan/atau jumlah dan kondisi penghuni dalam bangunan gedung, system proteksi aktif didasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan dalam bangunan gedung(Trumansyahjaya,2012:5).

➤ **Proteksi Penangkal Petir**

Setiap bangunan gedung berdasarkan letak, sifat geografis, bentuk, ketinggian, dan penggunaannya yang berisiko terkena sambaran petir harus dilengkapi dengan

instalasi penangkal petir. sistem Sistem penangkal petir yang dirancang dan dipasang harus dapat mengurangi secara nyata risiko kerusakan yang disebabkan sambaran petir terhadap bangunan gedung dan peralatan yang diproteksinya, serta melindungi manusia didalamnya.

➤ Instalasi Listrik

Setiap bangunan gedung yang dilengkapi instalasi listrik termasuk sumber daya listrik dan seluruh komponen listrik yang ada didalamnya harus dijamin aman, andal, dan akrab lingkungan.

➤ Bahan Peledak

Setiap bangunan gedung yang dilengkapi dengan bahan peledak termasuk sumber penangkalnya harus dijamin aman, andal, dan akrab lingkungan.

## B. Persyaratan Kesehatan

Persyaratan kesehatan pada bangunan gedung meliputi persyaratan sistem penghawaan, pencahayaan, sanitasi, dan penggunaan bahan bangunan gedung.

➤ Penghawaan

Bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem penghawaan harus mempunyai ventilasi alami dan/atau ventilasi mekanik/buatan sesuai dengan fungsinya.

➤ Pencahayaan

Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan harus mempunyai pencahayaan alami dan/atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya.

➤ Sanitasi

Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem sanitasi harus dilengkapi dengan sistem air bersih, sistem pembuangan air kotor dan/atau air limbah, kotoran dan sampah, serta penyaluran air hujan.

➤ Penggunaan Bahan

Penggunaan bahan bangunan gedung sebagaimana dimaksud harus aman bagi kesehatan pengguna bahan bangunan gedung dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

C. Persyaratan Kenyamanan

Persyaratan kenyamanan bangunan gedung meliputi kenyamanan ruang gerak dan hubungan antar ruang, kondisi udara dalam ruang, pandangan, serta tingkat getaran dan tingkat kebisingan.

➤ Kenyamanan Ruang Gerak dan Hubungan Antar Ruang

Merupakan tingkat kenyamanan yang diperoleh dari dimensi ruang dan tata letak ruang yang memberikan kenyamanan bergerak didalam ruangan. Kenyamanan hubungan antar ruang merupakan tingkat kenyamanan yang diperoleh dari tata letak ruang dan sirkulasi antar ruang dalam bangunan gedung untuk terselenggaranya fungsi bangunan.

➤ Kondisi Udara Dalam Ruang

Kenyamanan kondisi udara dalam ruang merupakan tingkat kenyamanan yang diperoleh dari temperatur dan kelembaban di dalam ruang untuk terselenggaranya fungsi bangunan gedung.

➤ Pandangan

Kenyamanan pandangan merupakan kondisi dimana hak pribadi dalam melaksanakan kegiatan di dalam bangunan gedungnya tidak terganggu dari bangunan lain disekitarnya.

➤ Tingkat Getaran dan Kebisingan

Kenyamanan tingkat getaran dan tingkat kebisingan sebagaimana dimaksud merupakan tingkat kenyamanan yang ditentukan oleh suatu keadaan yang tidak mengakibatkan pengguna dan fungsi bangunan gedung terganggu oleh getaran dan/atau kebisingan yang timbul baik dari dalam bangunan gedung maupun lingkungannya.

D. Persyaratan Kemudahan

Persyaratan kemudahan sebagaimana dimaksud meliputi kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana dalam pemanfaatan bangunan gedung. Kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung meliputi tersedianya fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, dan nyaman termasuk bagi penyandang cacat dan lanjut usia. Kelengkapan prasarana dan sarana pada bangunan gedung untuk kepentingan umum meliputi penyediaan fasilitas yang cukup untuk ruang ibadah, ruang ganti, ruangan bayi, toilet, tempat parkir, tempat sampah serta fasilitas komunikasi dan informasi.

➤ Kemudahan Hubungan Horizontal

Kemudahan hubungan horizontal antar ruangan dalam bangunan gedung merupakan keharusan bangunan gedung untuk menyediakan pintu dan/atau

koridor antar ruang. Penyediaan mengenai jumlah, ukuran dan konstruksi teknis pintu dan koridor disesuaikan dengan fungsi ruang bangunan gedung.

➤ **Kemudahan Hubungan Vertikal**

Kemudahan hubungan vertikal dalam bangunan gedung, termasuk sarana transportasi vertikal berupa penyediaan tangga, ram, dan sejenisnya serta lift dan/atau tangga berjalan dalam bangunan gedung. Bangunan gedung yang bertingkat harus menyediakan tangga yang menghubungkan lantai yang satu dengan yang lainnya dengan mempertimbangkan kemudahan, keamanan, keselamatan, dan kesehatan pengguna. Bangunan gedung untuk parkir harus menyediakan ram dengan kemiringan tertentu dan/atau sarana akses vertikal lainnya dengan mempertimbangkan kemudahan dan keamanan pengguna sesuai standar teknis yang berlaku. Bangunan gedung dengan jumlah lantai lebih dari 5 (lima) harus dilengkapi dengan sarana transportasi vertikal (lift) yang dipasang sesuai dengan kebutuhan dan fungsi bangunan gedung.

➤ **Akses Evakuasi Dalam Keadaan Darurat Kebakaran**

Akses evakuasi dalam keadaan darurat harus disediakan di dalam bangunan gedung meliputi sistem peringatan bahaya bagi pengguna, pintu keluar darurat, dan jalur evakuasi apabila terjadi bencana kebakaran dan/atau bencana lainnya, kecuali rumah tinggal. Penyediaan akses evakuasi harus dapat dicapai dengan mudah dengan penunjuk arah yang jelas.

➤ **Fasilitas dan Aksesibilitas Bagi Penyandang Cacat**

Penyediaan fasilitas dan aksesibilitas bagi penyandang cacat dan lanjut usia sebagaimana merupakan keharusan bagi semua bangunan gedung kecuali rumah tinggal.

#### **2.1.5. Alat Ukur Megger (Megaohm Meter)**

Megger adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur tahanan isolasi pada penghantar instalasi untuk mengetahui karakteristik dari penghantar suatu instalasi. Megger digunakan untuk mengukur tahanan isolasi instalasi tegangan menengah maupun tegangan rendah. Untuk instalasi tegangan menengah digunakan Megger dengan batas ukur Mega sampai Giga Ohm dan tegangan alat ukur antara 5.000 sampai dengan 10.000 Volt arus searah. Untuk instalasi tegangan rendah digunakan Megger dengan batas ukur sampai Mega Ohm dan tegangan alat ukur antara 500 sampai 1.000 Volt arus searah.



**Gambar 2.4 Alat Ukur Megger**

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada gambar 2.4 merupakan alat ukur megger yang digunakan peneliti untuk melakukan pengujian tahanan isolasi kabel. Megger yang digunakan yaitu megger

model S1-1054/2. Spesifikasi megger model S1-1054/2 dapat dilihat lebih jelasnya pada lampiran 10.

#### **2.1.5.1.Prinsip Kerja Megger**

Prinsip pengukuran Megger sama dengan ohm meter, yaitu memberikan tegangan dari alat ukur ke isolasi peralatan, dan karena nilai tahanan isolasi ini cukup tinggi maka diperlukan tegangan yang cukup tinggi pula agar arus dapat mengalir. Tegangan pengukuran yang digunakan tergantung pada tegangan kerja dari alat yang akan diukur.

Adapun Cara kerja pada megaohm meter jenis engkol, analog dan digital yaitu:

1. Pada megaohm meter jenis engkolan, skala telah ditetapkan serta batasan tahanan telah di tentukan dan tegangan yang digunakan untuk mengukur tahanan isolasi pada motor dihasilkan dari putaran engkolan sesuai aturan mega ohm meter
2. Pada megaohm meter jenis analog, skala dapat diubah sesuai besarnya tahanan isolasi yang akan diukur, caranya dengan mengubah selector pada meger menuju batas ukur tahanan isolasi pada motor atau generator dan pada meeger jenis digital ini menggunakan baterai sebagai penghasil tegangan
3. Pada megaohm meter jenis digital, skala dapat diubah sesuai besarnya tahanan isolasi yang akan diukur, caranya dengan mengubah selector pada meger menuju batas ukur tahanan isolasi pada motor atau generator dan pada meeger jenis digital ini menggunakan baterai sebagai penghasil tegangan, yang membedakan meger jenis digital dengan engkol dan analog adalah pada hasil pembacaan pada meger apabila pada digital hasil nilai tahananannya berupa

angka langsung sedangkan pada engkol dan analog masih menggunakan skala ukur

Tegangan untuk menguji tahanan isolasi dapat diubah-ubah tergantung pada kelas isolasi yang digunakan seperti:

1. Tegangan DC 500 Volt untuk mengukur rangkaian tegangan rendah.
2. Tegangan DC 1000 volt s/d DC 5000 volt untuk mengukur rangkaian tegangan sampai dengan 6000 volt.

Besar tegangan tersebut pada umumnya adalah: 500, 1000, 2000 atau 5000 volt. Batas pengukuran dapat bervariasi antara 0,02 sampai 20 ohm dan 5 sampai 5000 ohm dll, sesuai dengan sumber tegangan dari megger tersebut. Dengan demikian, maka sumber tegangan megger yang dipilih tidak hanya tergantung dari batas pengukur, akan tetapi juga terhadap tegangan kerja (sistem tegangan) dari peralatan ataupun instansi yang akan diuji isolasinya.

#### **2.1.6. Pengujian Isolasi**

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kondisi isolasi kabel apakah tidak ada kerusakan pada waktu pemakaian. Pengujian isolasi terdiri dari pengujian resistans insulasi dan pengujian tegangan kabel utuh.

##### **2.1.6.1. Pengujian Resistans Isolasi**

Pengujian resistans isolasi adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari tahanan isolasi kabel. Dengan mengetahui nilai tahanan isolasi maka dapat diketahui apakah tahanan isolasi tersebut sudah memenuhi standar sesuai SNI dan SPLN.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kondisi isolasi kabel apakah tidak ada kerusakan waktu pemindahan atau pemasangan. Tahanan isolasi diukur sebelum dan setelah pengujian tegangan dilakukan dengan hasil baik.

#### **A. Perlengkapan Pengujian**

##### 1) Alat Ukur Tahanan Isolasi

Untuk perlengkapan pengujian alat pengukur untuk pengukuran tahanan isolasi dengan batas ukur tidak kurang dari  $2 \times 10^5 \text{M}\Omega$  serta dengan ketidakteelitian yang melebihi  $\pm(10+0,0002 R)\%$  dari harga yang diukur, dimana R merupakan harga dari tahanan isolasi dalam  $\text{M}\Omega$ , namun tidak melebihi  $2 \times 10^5 \text{M}\Omega$ .

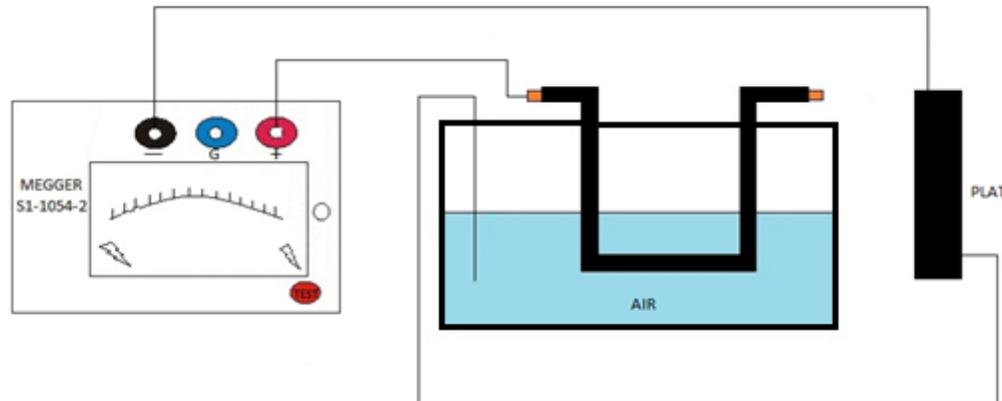
##### 2) Bak Air

Dalam melakukan pengujian tahanan isolasi, bak air dipergunakan untuk perendaman kabel. Pengujian tahanan isolasi harus direndam dalam bak air dengan penonjolan kedua ujung kabel diatas permukaan air.

#### **B. Cara Pengujian**

- 1) Pada saat melakukan pengukuran tahanan isolasi dengan tegangan yang tinggi, perlu diadakan tindakan pencegahan terhadap arus bocor misalnya dengan memakai gelang pengaman.
- 2) Tahanan isolasi pada umumnya harus diukur  $(60 \pm 3)$  detik setelah dipasang tegangan arus searah untuk pengukuran.

Adapun rangkaian pengujian resistans isolasi dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5. Rangkaian Pengujian Resistans Isolasi**

Sumber: Dokumentasi Pribadi

### C. Pengujian Contoh Kabel

Pengujian dalam bak air suhunya dipelihara:

- a. Pada  $t = (25 \pm 5)^\circ\text{C}$  jika mungkin dan jika berbeda harganya harus dikoreksi kesuhu  $20^\circ\text{C}$ .
- b. Pada suhu kerja nominal suhu dari kompon isolasi tersebut  $\pm 2^\circ\text{C}$

Contoh kabel yang diperlukan adalah satu atau dua urat kabel yang atau kable fleksibel, diletakkan dalam bak air sehingga sekira-kira sepanjang 5 m terendam dalam air dan kedua ujung kabel menonjol keluar dari permukaan air tidak kurang dari 20 cm. untuk pengukuran tahanan isolasinya dilakukan diantara penghantar dengan air.

Urat-urat dengan dengan luas penampang sampai dengan  $10 \text{ mm}^2$  harus dibiarkan terendam dalam air pada suhu yang disyaratkan paling sedikit 60 menit. Untuk urat-urat dengan luas penampang diatas  $10 \text{ mm}^2$  direndam didalam air dengan suhu yang disyaratkan paling sedikit 60+ jumlah menit yang sama dengan ukuran

luas penampang dalam mm<sup>2</sup>(misalnya untuk luas penampang 150 mm<sup>2</sup> lamanya harus 60 + 150 = 210 menit). Untuk penilaian hasil uji, tahanan isolasi yang terukur harus tidak boleh kurang dari nilai yang ditentukan dalam standar.

#### **2.1.6.2. Pegujian Tegangan Kabel Utuh**

Pengujian tegangan kabel utuh adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah suatu kabel sudah memenuhi standar apabila diberi tegangan standar dalam waktu tertentu. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kondisi kabel, khususnya daya tahan isolasi kabel baik dalam drum(bak air) ataupun yang sudah terpasang dalam instalasi.

##### **A. Perlengkapan Pengujian**

###### 1) HV Test

HV Test merupakan alat ukur yang digunakan untuk pengujian tegangan tinggi yang dilakukan pada kabel untuk mengetahui arus bocor dan daya tahan isolasi dari kabel.

###### 2) Bak Air

Dalam melakukan pengujian tegangan, bak air dipergunakan untuk perendaman kabel. Pengujian tegangan pada kabel harus direndam dalam bak air dengan penonjolan kedua ujung kabel diatas permukaan air.

###### 3) Plat

Dalam pengujian tegangan, plat digunakan sebagai peralatan pengaman pada saat pengujian. Plat digunakan untuk mengantisipasi kerusakan pada alat penguji tegangan apabila terjadi ledakan ataupun *short circuit*.

##### **B. Cara pengujian**

Kabel-kabel yang akan diuji dalam keadaan penyerahannya, misalnya pada drum atau berbentuk gulungan-gulungan, tenaga listrik dan kapasitas pada alat-alat pengujian harus cukup agar secara terus menerus memelihara harga yang disyaratkan dari tegangan pengujian pada kabel serta arus pengisian yang sesuai.

Untuk cara pengujian tegangan pada kabel tegangan harus dinaikkan secara perlahan-lahan agar mencapai harga yang disyaratkan dalam waktu 1 menit, lama pengujian dihitung saat tercapainya tegangan penuh. Besar tegangan dan lama pengujian disesuaikan dengan spesifikasi kabel yang diuji. (SPLN 39-1-1981:13)

Untuk kabel dengan pembungkus logam yang mungkin rusak didalam air, pengujian tegangan akan dilakukan pada contoh-contoh berukuran pendek. Dalam hal demikian jika satu contoh gagal pengujiannya dapat diulangi pada contoh-contoh lain dari urat-urat yang sama. Apabila tidak terjadi kegagalan selama pengujian ulangan, maka pengujian dianggap telah ditempuh dengan hasil baik.

Untuk pengujian tegangan kabel utuh pengujian dilakukan pada contoh uji sepanjang minimum 10 m. kemudian contoh uji direndam dalam air pada suhu  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$  selama minimum 1 jam dan harus mampu menahan tegangan 2 kV selama maksimum 5 menit yang dikenakan pada:

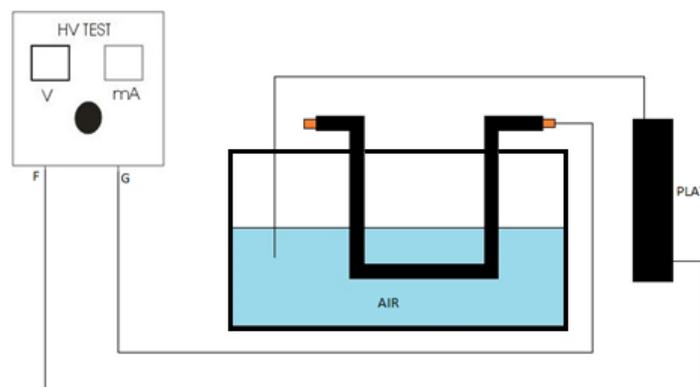
- Setiap inti dengan gabungan inti-inti yang lain dan air
- Semua inti-inti digabungkan bersama air. (SPLN 42-2-1992:7)

Menurut SNI 04-6299:2011 persyaratan pengujian tegangan kabel utuh untuk kabel berinsulasi PVC dapat dilihat pada tabel 2.1 Standar Pengujian Tegangan Kabel Utuh. Adapun gambar rangkaian pengujian kabel tegangan utuh dapat dilihat pada gambar 2.6.

**Tabel 2.1 Standar Pengujian Tegangan Kabel Utuh**

Pengujian	Satuan	Tegangan Pengenal Kabel		
		300/380 V	300/500 V	450/750 V
Tegangan Kabel Utuh				
Kondisi Uji				
Panjang sampel minimum	m	10	10	10
Periode perendaman dalam air minimum	h	1	1	1
Suhu air	°C	20±5	20±5	20±5
Voltase yang diterapkan	V	2000	2000	25000
Durasi setiap penerapan voltase	menit	5	5	5
Hasil yang harus didapat	tidak boleh tembus			

Sumber: SNI 04-6629:2011

**Gambar 2.6. Rangkaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

## 2.2. Kerangka Berpikir

Pada pemasangan instalasi listrik, semua peralatan listrik dan perlengkapan instalasi listrik yang akan digunakan memenuhi syarat dan ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam SNI maupun SPLN. Ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi meliputi tahanan isolasi terutama untuk mengetahui apakah tahanan isolasi atau penghantar dalam sebuah instalasi listrik tersebut memenuhi syarat sesuai pengukuran

dan pengujian. Dan jika pengukuran tahanan isolasi lebih rendah daripada syarat minimum, maka perlengkapan listrik itu dianggap kurang memenuhi syarat dan tidak diizinkan untuk dipergunakan.

Dalam pengujian tahanan isolasi yang terdiri dari pengujian resistans isolasi dan pengujian tegangan kabel utuh, peneliti menggunakan sumber acuan SNI 04-6629:2011 dan SPLN 42-2:1992. Berdasarkan SNI 042699:2011 dan SPLN 42-2:1992 maka dalam penelitian ini peneliti memakai standar dari SNI 04-6629:2011 untuk pengujian tegangan kabel utuh dan SPLN 42-2:1992 untuk pengujian resistans isolasi.

**Tabel 2.2 Standar Pengujian Tegangan Kabel Utuh**

Pengujian	Satuan	Tegangan Pengenal Kabel
		300/500 V
Tegangan Kabel Utuh		
Kondisi Uji		
Panjang sampel minimum	m	10
Periode perendaman dalam air minimum	h	1
Suhu air	°C	20±5
Voltase yang diterapkan	V	2000
Durasi setiap penerapan voltase	menit	5
Hasil yang harus didapat	tidak boleh tembus	

Sumber: SNI 04-6629:2011

Adapun persyaratan standar pengujian tegangan kabel utuh menurut SNI 04-2699:2011 yang dipakai dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 2.2 Standar Pengujian Tegangan Kabel Utuh. Pada tabel 2.2 diketahui untuk pengujian tegangan kabel utuh persyaratan standar yang dipakai peneliti untuk mengumpulkan data

adalah kabel dengan tegangan pengenal 300/500 V dengan panjang minimum 10 m. Dalam proses pengujian, kabel direndamkan dalam air selama 1 jam dengan suhu  $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$  kemudian diberi tegangan sebesar 2 kV dengan durasi waktu 5 menit. Kabel dapat dikatakan memenuhi standar apabila pengujian tidak tembus selama 5 menit.

Adapun persyaratan pengujian resistans isolasi menurut SPLN 42-2:1992 yang dipakai dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Standar Pengujian Resistans Isolasi**

<b>Jumlah Inti, Luas Penampang Penghantar, dan Konstruksi penghantar</b>	<b>Panjang Kabel Minimum (m)</b>	<b>Resistans isolasi setiap inti terhadap inti/gabunganinti yang lain pada suhu <math>20^{\circ}\text{C}</math> minimum (Mohm.km)</b>
2 x 1,5 re	5	50
2 x 1,5 rm		50
2 x 2,5 re		50
2 x 2,5 rm		50
3 x 1,5 re		50
3 x 1,5 rm		50
3 x 2,5 re		50
3 x 2,5 rm		50
4 x 1,5 re		50
4 x 1,5 rm		50
4 x 2,5 re		50
4 x 2,5 rm		50
4 x 4 re		50
4 x 4 rm		50
4 x 6 re		50
4 x 6 rm		50

Sumber : SPLN 42-2:1992

Pada tabel 2.3 diketahui untuk pengujian resistans isolasi persyaratan standar yang dipakai peneliti untuk mengumpulkan data adalah kabel dengan panjaang minimum 5 m. Pada proses pengujian, kabel direndam dalam air yang sebelumnya dipanaskan sampai suhu yang ditentukan kemudian diberikan tegangan searah antara 80 V dan 500 V. (Instruksi Kerja Pengujian Resistans Isolasi Kabel Utuh:2) Resistans

isolasi harus diukur 1 menit setelah penerapan tegangan dan nilai harus dikaitkan dengan sampai panjang 1 km dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times fK \quad (2.1)$$

Dimana :

$R_i$  = Resistans isolasi pada suhu 20°C per satuan panjang (Mohm.km)

$fK$  = Faktor koreksi pengukuran ke suhu 20°C

$L$  = panjang contoh uji (m)

$R_t$  = Resistans isolasi pada t°C (Mohm)

Nilai yang dihasilkan tidak boleh lebih rendah dari nilai resistans insulasi minimum yang dinyatakan pada tabel 2.4 .

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian pengujian tahanan isolasi pada kabel tegangan rendah berdasarkan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011. Penelitian ini dilakukan di PT.PLN PUSLITBANG Jl.Duren Tiga Raya no.102, Pancoran, Jakarta Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada September 2016 – Februari 2017, Semester 106 Tahun Akademik 2016/2017.

#### **3.2. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian *quasi experimental design*. Desain ini mempunyai kelompok kontrol, tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2010:77). Dalam desain penelitian ini sampel kabel dilakukan pengujian resistans isolasi dan pengujian tegangan kabel utuh. Parameter yang digunakan pada desain penelitian adalah tahanan isolasi dan arus bocor.

Kabel yang diuji pada penelitian ini merupakan kabel habis pakai yang digunakan pada gedung bertingkat. Adapun tujuan peneliti mengambil sampel kabel habis pakai dikarenakan dengan meneliti kabel habis pakai kecilnya nilai tahanan isolasi yang didapat akan semakin besar dibanding dengan kabel yang baru yang nilai

tahanan isolasi kabelnya masih bagus. Dengan begitu akan semakin mempermudah untuk mempelajari karakteristik kabel dan faktor-faktor yang mempengaruhi dari nilai tahanan isolasi kabel.

### **3.3. Populasi, Sampel, dan Variabel Penelitian**

#### **3.3.1. Populasi**

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono,2009:80). Dalam penelitian ini, populasi yang diambil adalah kabel tegangan rendah pada Gedung X.

#### **3.3.2. Sampel**

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Bila populasi besar dan peneliti tidak mungkin mempelajari semua yang ada pada populasi, misalnya karena keterbatasan dana, tenaga dan waktu, maka peneliti dapat menggunakan sampel yang diambil dari populasi itu. Apa yang dipelajari dari sampel itu, kesimpulannya akan dapat diberlakukan untuk populasi. Untuk itu sampel yang diambil dari populasi harus betul-betul representative (mewakili) (Sugiyono,2009:38).

Dalam penelitian ini, sampel diambil dari kabel tegangan rendah yang habis pakai. Berdasarkan jumlah sampel kabel yang ada pada Gedung X, maka jumlah sampel yang diambil dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3.1 Sampel Uji**

Jenis Kabel	Jumlah (buah)	Panjang (m)	Penamaan
NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup>	3	10	A,B,C
NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup>	3	10	D,E,F
NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup>	3	10	G,H,I

Pada tabel 3.1 merupakan tabel sampel uji yang akan diambil oleh peneliti untuk pengujian tahanan isolasi. Kabel yang akan diuji adalah kabel jenis NYM dengan luas penampang 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>, 4 x 4 mm<sup>2</sup> dan 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan masing-masing berjumlah 3 buah dengan panjang 10 m disesuaikan dengan panjang minimal standar untuk pengujian.

### **3.3.3. Variabel Penelitian**

Variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini variabel penelitiannya adalah nilai tahanan isolasi pada kabel instalasi tegangan rendah.

## **3.4. Instrumen Penelitian**

Instrument merupakan alat ukur atau alat bantu penelitian yang berguna didalam pengumpulan data secara sistematis. Instrument penelitian sebagai berikut:

### **3.4.1. Observasi Lapangan dan Dokumentasi**

Observasi merupakan proses peninjauan secara cermat (KBBI.web.id). Kesimpulannya Observasi Lapangan berarti proses peninjauan lapangan atau tempat penelitian dengan cermat untuk mengetahui hal-hal terkait penelitian. Sedangkan dokumentasi adalah proses pengumpulan, pemilihan, pengolahan, dan penyimpanan informasi dalam bidang pengetahuan (KBBI.web.id). Kesimpulan yang dapat diambil adalah dokumentasi merupakan proses pengumpulan dan penyimpanan informasi yang terkait dalam penelitian yang akan dilakukan, dokumentasi yang akan dikumpulkan salah satunya berupa photo yang akan diambil dengan menggunakan kamera digital.

#### 3.4.2. Alat Ukur

Alat ukur yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2

**Tabel 3.2 Alat Ukur Penelitian**

NO	Alat Ukur	Model	Spesifikasi
1	Tang Ampere	Fluke 303	Arus AC : 600 A Tegangan AC:400/600 V Hambatan : 4000 $\Omega$ Kontinuitas : $\leq 70\Omega$
2	Megger	S1-1054/2	Charge Current: 5 mA Variable test voltage from 50 to 10000 V Measures to 35 T $\Omega$
3	HV Test	Hipotronics Model 715-2	Max output voltage: 15 kV AC Output Current: 133 mA

a. Tang Ampere (*Clamp Meter*)

Tang Ampere (*Clamp Meter*) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus listrik pada sebuah kabel konduktor yang dialirinya arus listrik dengan menggunakan 2 rahang penjepitny tanpa harus memiliki kontak langsung dengan terminal listriknya. Pada penelitian ini tang ampere digunakan untuk mengukur beban pada sampel kabel gedung x. Gambar alat ukur tang ampere yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Alat Ukur Tang Ampere**

Sumber: Dokumentasi Pribadi

b. Megger

Megger adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran tahanan isolasi dalam peralatan listrik. Pada penelitian ini alat ukur megger digunakan untuk uji tahanan isolasi pada sampel kabel. alat ini digunakan pada saat pengujian resistans isolasi. Untuk spesifikasi lebih jelas tentang megger dapat dilihat pada lampiran 10. Adapun gambar alat ukur megger yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2



**Gambar 3.2 Alat Ukur Megaohm Meter**

Sumber: Dokumentasi Pribadi

c. HV Test

Alat ukur HV Test yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



**Gambar 3.3 Alat Ukur HV Test**

Sumber: Dokumentasi Pribadi

HV Test adalah alat ukur yang digunakan untuk uji tegangan pada sampel kabel dengan uji tegangan yang diberikan melebihi tegangan standar. Alat ini digunakan pada saat pengujian tegangan kabel utuh. HV Test berfungsi untuk mengetahui

tingkat kebocoran arus pada kabel saat uji tegangan. Untuk spesifikasi alat ukur HV Test dapat dilihat lebih jelasnya pada lampiran 11.

### 3.4.3. Spesifikasi Kabel

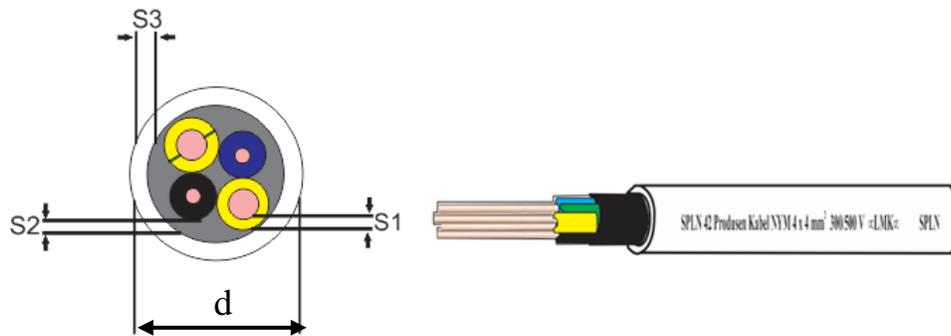
Kabel yang dipakai pada penelitian ini adalah kabel jenis NYM dengan tegangan pengenal 300/500 V dan panjang 10 m sesuai dengan panjang minimal yang diperbolehkan untuk dilakukan pengujian. Adapun spesifikasi kabel jenis NYM dengan tegangan pengenal 300/500 V dapat dilihat pada tabel 3.3, 3.4, dan 3.5.

#### 1. Kabel NYM 4x4 mm<sup>2</sup>

Spesifikasi dan konstruksi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.3 dan gambar 3.4.

**Tabel 3.3 Spesifikasi Kabel NYM 4x4 mm<sup>2</sup>**

<b>Spesifikasi Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup></b>	
Jenis Kawat	Tunggal
Material	Tembaga Lunak
Isolasi Nominal (S1)	0.8 mm
Lapisan Pembungkis Inti (S2)	0,4 mm
Selubung Nominal (S3)	1,4 mm
Diameter Kabel (d)	12,0-14,5 mm
Panjang	10 m
Max Current	30 A at 30°C(diudara)
Tegangan Pengenal	300/500 V
Warna	Putih



**Gambar 3.4 Konstruksi Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

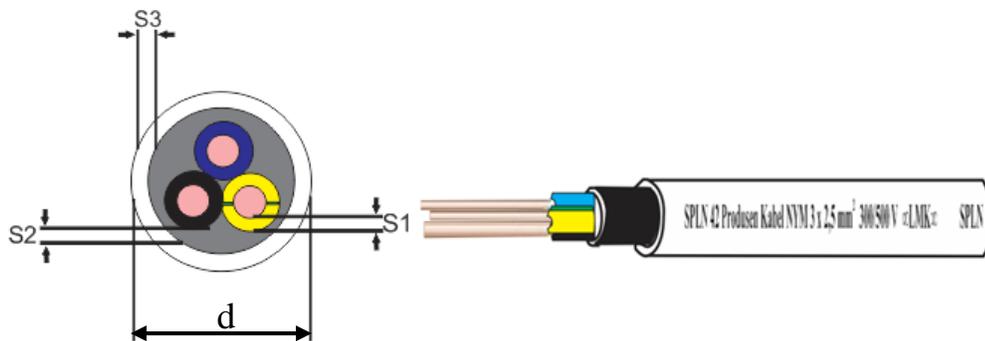
Sumber : Dokumentasi Pribadi

## 2. Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Spesifikasi dan konstruksi untuk kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.4 dan gambar 3.5.

**Tabel 3.4 Spesifikasi Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Spesifikasi Kabel NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup>	
Jenis Kawat	Tunggal
Material	Tembaga Lunak
Isolasi Nominal (S1)	0,8 mm
Lapisan Pembungkus Inti (S2)	0,4 mm
Selubung Nominal (S3)	1,2 mm
Diameter Kabel (d)	10,0-12,0 mm
Panjang	10 m
Max Current	22 A at 30°C(diudara)
Tegangan Nominal	300/500 V
Warna	Putih



**Gambar 3.5 Konstruksi Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

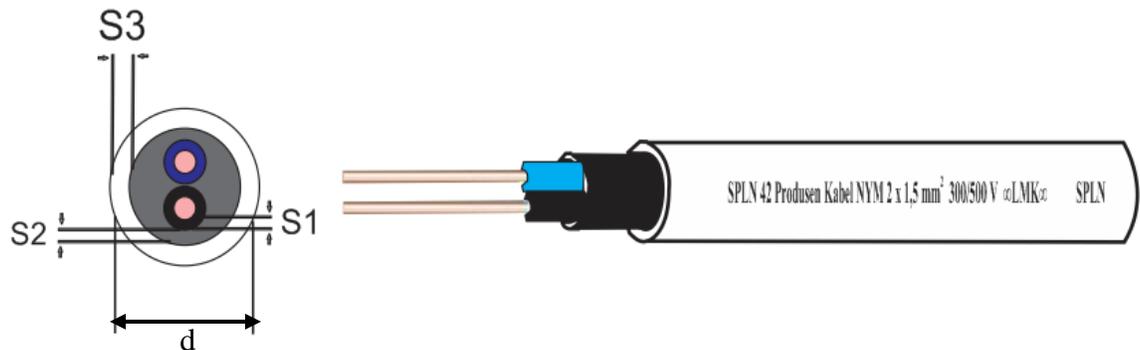
Sumber : Dokumentasi Pribadi

### 3. Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Spesifikasi dan konstruksi untuk kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.5 dan gambar 3.6.

**Tabel 3.5 Spesifikasi Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Spesifikasi Kabel NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup>	
Jenis Kawat	Tunggal
Material	Tembaga Lunak
Isolasi Nominal (S1)	0,7 mm
Lapisan Pembungkis Inti (S2)	0,4 mm
Selubung Nominal (S3)	1,2 mm
Diameter Kabel (d)	8,4-10,0 mm
Panjang	10 m
Max Current	19 A at 30°C(diudara)
Tegangan Nominal	300/500 V
Warna	Putih



**Gambar 3.6 Konstruksi Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

#### 3.4.4. Blangko Uji

Blangko uji adalah form penilaian pengujian yang didapatkan pada saat melakukan pengujian sampel kabel. Data yang didapatkan pada saat pengujian ditulis didalam blangko uji yang sudah memiliki format. Blangko uji untuk pengujian resistans isolasi dan pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat pada tabel 3.6.dan 3.7.

##### 1. Pengujian Resistans Isolasi

Langkah kerja untuk melakukan pengujian resistans isolasi meliputi persiapan dan pelaksanaan.

##### A. Persiapan

Langkah-langkah untuk persiapan pengujian resistans isolasi sebagai berikut:

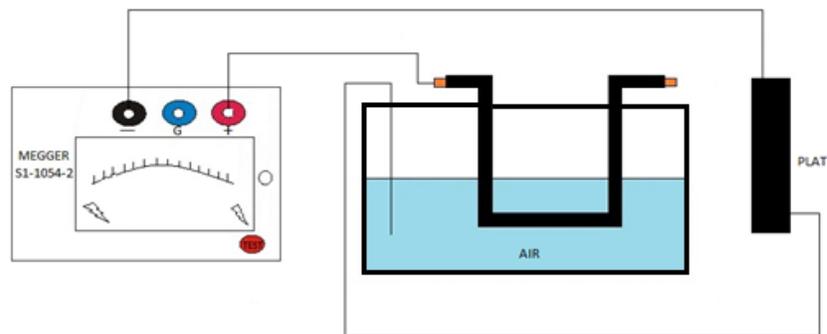
- 1) Menyiapkan blangko uji resistans isolasi
- 2) Menyiapkan alat uji berikut:
  - Alat ukur resistans insulasi (megger) tegangan DC 80 s/d 500 V
  - Thermometer

- Stop Watch
  - Bak air
- 3) Menyiapkan contoh uji pada seluruh kabel yang diterima
  - 4) Mengupas selubung dan lapisan pembungkus inti kabel pada kedua ujungnya sepanjang kira-kira 100 mm dan diregangkan inti-intinya.
  - 5) Mengupas isolasi kabel sepanjang kira-kira 20 mm salah satu ujungnya.
  - 6) Untuk kabel tanpa perisai logam dan tanpa perlindungan listrik, merendamkan contoh uji dalam air pada suhu  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama minimum 2 jam, dan kedua ujungnya menonjol dari permukaan air 25 cm dan untuk kabel berperisai dan atau berpelindung listrik dilakukan pengujian udara.

## **B. Pelaksanaan**

Langkah-langkah untuk pelaksanaan pengujian resistans isolasi sebagai berikut:

- 1) Mencatat hasil uji suhu air/udara dan panjang contoh uji pada blangko uji
- 2) Untuk contoh uji yang direndam dalam air, setelah lama perendaman tercapai, memasang polaritas negative alat ukur resistans(megger) pada salah satu inti dan inti lainnya digabungkan dan dihubungkan dengan air pada polaritas positif alat ukur. Untuk contoh uji yang tidak direndam pasang polaritas negatif alat ukur resistans pada salah satu inti dan inti lainnya digabungkan dengan perisai logam atau pelindung listrik.
- 3) Mengoperasikan alat ukur resistansi pada tegangan 500 V minimum selama 1 menit.
- 4) Membiarkan contoh uji pada kondisi tersebut(direndam atau diudara), untuk pengujian selanjutnya(uji tegangan kabel utuh)



**Gambar 3.7 Rangkaian Pengujian Resistans Isolasi**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Adapun rangkaian pengujian resistansi isolasi dapat dilihat pada gambar 3.7. Setelah melakukan pengujian kemudian mengisi tabel pengukuran didalam blangko uji yang telah disiapkan. Tabel pengukuran untuk pengujian resistans isolasi dapat dilihat pada tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Pengujian Resistans Isolasi**

No.	Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi (Rt) (Mohm)
		Suhu(t)	Perendaman	
		(°C)	(jam)	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

## 2. Pengujian Tegangan Kabel Utuh

Adapun langkah kerja untuk melakukan pengujian tegangan kabel utuh meliputi persiapan dan pelaksanaan.

### **A. Persiapan**

Langkah kerja untuk persiapan pengujian tegangan kabel utuh sebagai berikut :

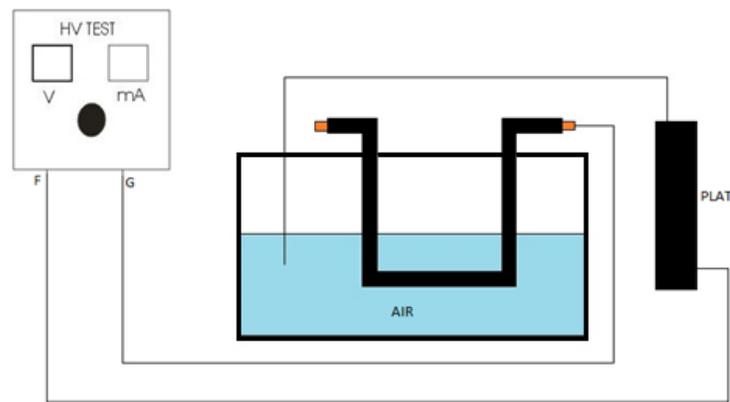
- 1) Menyiapkan blangko uji tegangan pada kabel utuh
- 2) Menyiapkan alat uji berikut:
  - Alat uji tegangan
  - Bak air
  - Alat ukur resistansi isolasi (megger)
  - Stop watch
- 3) Mengupas selubung dan lapisan pembungkus inti kabel pada kedua ujungnya sepanjang kira-kira 100 mm dan renggangkan inti-intinya
- 4) Mengupas isolasi kabel sepanjang kira-kira 20 mm pada salah satu ujung kabel.
- 5) Masukkan contoh uji kedalam ruang uji tegangan.

### **B. Pelaksanaan**

Langkah kerja untuk pelaksanaan pengujian tegangan kabel utuh sebagai berikut:

- 1) Mencatat hasil pengujian tegangan dari setiap inti kedalam blangko uji
- 2) Memilih/menentukan salah satu inti kabel yang akan diuji tegangan, kemudian inti-inti kabel yang lain dan perisai logam digabung seta dihubungkan dengan elektroda bumi.
- 3) Menutup pintu ruang uji tegangan
- 4) Mengoperasikan alat uji tegangan dan sesuaikan dengan tegangan uji dari kabel yang sedang diuji menurut persyaratan standar kabel yang bersangkutan.

Adapun gambar rangkaian pengujian kabel tegangan utuh dapat dilihat pada gambar 3.8.



**Gambar 3.8 Rangkaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

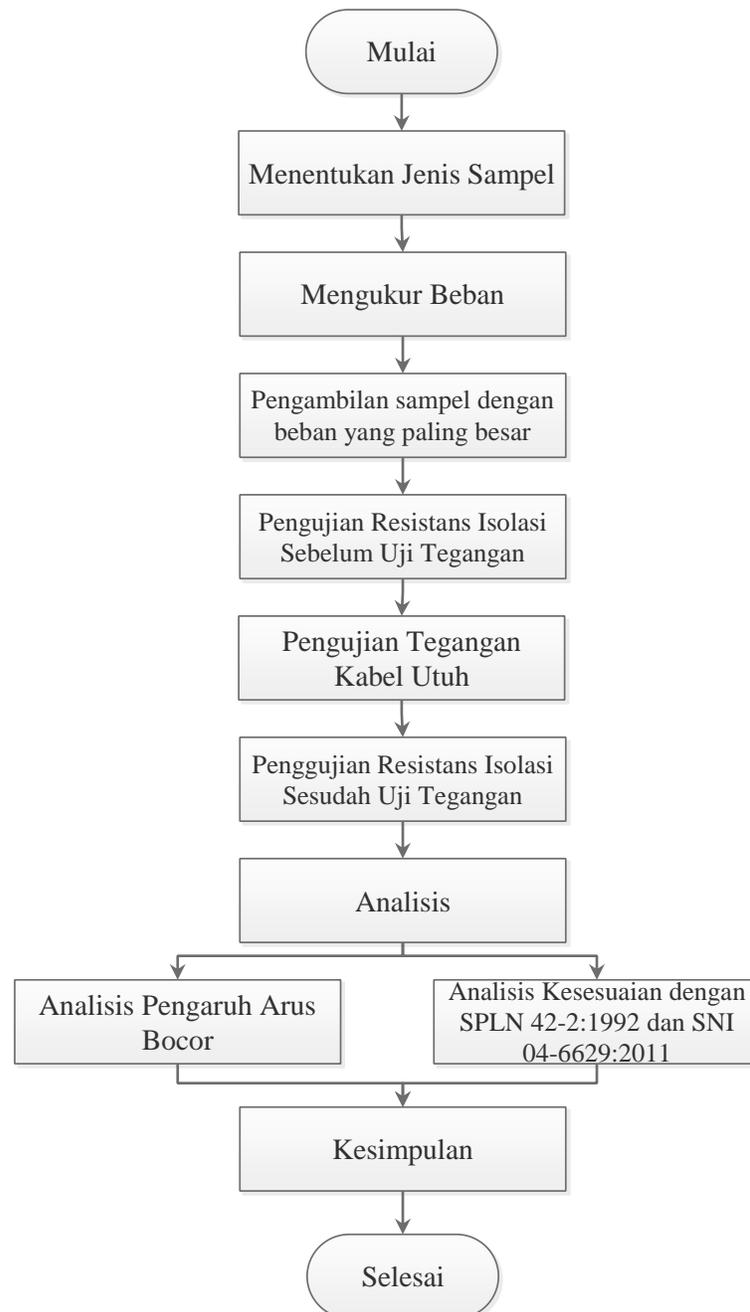
Setelah melakukan pengujian data yang didapat kemudian dimuat pada tabel pengukuran didalam blangko uji yang telah disiapkan. Tabel pengukuran untuk pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat pada tabel 3.7.

**Tabel 3.7 Pengujian tegangan kabel utuh**

No.	Inti kabel yang diuji	Panjang kabel (m)	Dalam air		Tegangan (kV)	Waktu Menit	Arus Bocor mA
			Suhu(t) (°C)	Perendaman (jam)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

### 3.5. Langkah Penelitian

Adapun tahapan langkah penelitian adalah sebagai berikut:





Tabel 3.8 Hasil Pengukuran Beban pada Gedung X (Lanjutan)

LANTAI	Panel PP (NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> )			Panel LP (NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> )			Panel AC (NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> )		
	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									

#### 4. Pengambilan Sampel

Pada langkah penelitian ini pengambilan sampel dilakukan setelah dilakukan pengukuran beban pada kabel Gedung X dengan berjumlah 3 buah dari setiap jenis sampel. Pemilihan sampel didasarkan pada beban yang paling besar. Adapun tabel pemilihan sampel dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Pemilihan Sampel Kabel Gedung X

LANTAI	Panel PP (NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> )			Panel LP (NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> )			Panel AC (NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> )		
	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)
1									
2									
3									

## 5. Pengujian Isolasi

Setelah didapatkan sampel kabel dengan beban yang paling besar kemudian dilakukan tahap pengujian isolasi kabel untuk mendapatkan data nilai tahanan isolasi dan arus bocor pada kabel. Pengujian isolasi kabel yang dilakukan terdiri dari 3 tahap yaitu pengujian resistans isolasi sebelum uji tegangan, pengujian tegangan kabel utuh, dan pengujian resistans isolasi sesudah tegangan.

### A. Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan

Pengujian resistans isolasi sebelum uji tegangan merupakan tahap pertama yang dilakukan untuk mendapatkan nilai tahanan isolasi awal. Pengujian resistans isolasi dilakukan dengan menggunakan alat ukur Megaohm meter (Megger).

Tabel 3.10 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan  
Sampel

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(R <sub>t</sub> )
	(°C)	(jam)	(Mohm)

Data yang didapat pada pengujian ini adalah suhu dan nilai tahanan isolasi. Adapun tabel pegujian resistans isolasi sebelum uji tegangan dapat dilihat pada tabel 3.10.

### **B. Pengujian Tegangan Kabel Utuh**

Pengujian tegangan kabel dilakukan setelah dilakukan pengujian resistans isolasi. Pengujian tegangan kabel utuh dilakukan dengan menggunakan alat ukur HV Test. Data yang didapatkan pada pengujian ini adalah suhu dan arus bocor. Adapun tabel pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat pada tabel 3.11.

**Tabel 3.11 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus Bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)

### **C. Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan**

Pengujian resistans isolasi sesudah uji tegangan merupakan tahap akhir pengujian yang dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Megaohm meter (Megger). Data yang didapatkan adalah suhu dan nilai tahanan isolasi. Nilai tahanan isolasi yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan nilai tahanan isolasi yang didapat pada pengujian resistans insulasi sebelum. Adapun tabel pengujian resistans isolasi sesudah uji tegangan dapat dilihat pada tabel 3.12.

**Tabel 3.12 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)

## 6. Analisis

Pada langkah penelitian ini dilakukan analisis dari data-data yang telah didapatkan saat pengujian kabel. Adapun data yang akan di analisis adalah data nilai tahanan isolasi dan arus bocor pada kabel. Analisis yang akan dibahas adalah analisis arus bocor dan kesesuaian dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011.

### A. Analisis Pengaruh Arus Bocor Terhadap Tahanan Isolasi

Pada tahap analisis ini, data nilai arus bocor yang didapat dibandingkan terhadap nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan. Data nilai arau bocor dimuat pada tabel 3.13. Setelah itu dilakukan perbandingan terhadap nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan.

**Tabel 3.13 Nilai Arus Bocor Kabel**

Sampel	Inti Kabel	Arus Bocor
		(mA)

Hasil perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dimuat pada tabel 3.14 kemudian dilakukan analisis bagaimanakah hubungan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan terhadap arus bocor.

**Tabel 3.14 Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan dengan Nilai Arus Bocor Kabel**

Sampel	Inti Kabel	Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan	Arus Bocor
		(Mohm)	(mA)

#### **B. Analisis Kesesuaian SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011**

Pada tahap analisis ini, data hasil pengujian resistans isolasi dan pengujian kabel tegangan utuh disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011. Untuk pengujian resistans isolasi disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 dan untuk pengujian tegangan kabel utuh disesuaikan dengan SNI 04-6629:2011. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah kabel yang diuji sudah memenuhi standar. Untuk pengujian resistans insulasi, nilai tahanan isolasi yang didapat dikaitkan dengan panjang 1 km dengan menggunakan rumus :

$$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_k \quad (3.2)$$

Keterangan:

$R_i$  = Resistans isolasi pada suhu 20°C per satuan panjang (Mohm.km)

$F_k$  = faktor koreksi ke suhu 20°C (tembaga = 1,74)

$L$  = panjang contoh uji (meter)

$R_t$  = Resistans isolasi pada t°C(Mohm)

Hasil perhitungan kemudian dimuat didalam tabel nilai resistansi isolasi suhu 20°C yang dapat dilihat pada tabel 3.15. Setelah nilai resistans isolasi pada suhu 20°C didapatkan, kemudian disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992. Adapun tabel kesesuaian pengujian resistans isolasi dengan SPLN 42-2:1992 dan kesesuaian pengujian tegangan kabel utuh dengan SNI 04-6629:2011 dapat dilihat pada tabel 3.16 dan tabel 3.17.

**Tabel 3.15 Nilai Resistans Isolasi Pada Suhu 20°C  
Kabel**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans Isolasi pada suhu 20°C
		( $R_i$ )
		(Mohm.km)



## **7. Kesimpulan**

Pada langkah ini merupakan tahap akhir dari penelitian, data yang diperoleh kemudian dianalisis dan kemudian ditarik kesimpulan bagaimanakah tahanan isolasi kabel pada Gedung X.

### **3.6. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini menggunakan studi literatur. Dengan demikian, penelitian harus aktif dalam mendapatkan informasi dan data-data yang menunjang pelaksanaan penelitian. Dari data-data yang telah didapatkan dari pengujian sampel kabel disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011 untuk diketahui bagaimanakah nilai tahanan isolasi kabel.

Pengumpulan data dilakukan dengan langkah:

1. Mengembangkan catatan yang didapatkan dari observasi lapangan

Observasi dilakukan saat kunjungan ke Gedung X dan saat melakukan pengujian kabel dan mengumpulkan data-data yang diperlukan.

2. Menganalisis data-data

Setelah melakukan observasi dan menemukan data yang diperlukan, kemudian data-data tersebut di sortir dan dianalisis.

3. Mengumpulkan literature

Pengumpulan literature dilakukan dengan meminjam buku-buku terkait di perpustakaan ataupun mencari ebook dari internet.

4. Penarikan beberapa kesimpulan

Kesimpulan didapat setelah mempelajari literatur dan menganalisis data-data yang telah didapat pada saat observasi dan pengujian.

### **3.7. Teknik Analisis Data**

Setelah semua data diperoleh dari hasil pengujian maka didapatkan nilai tahanan isolasi kabel. Dari hasil pengujian dan pengukuran kemudian dianalisis dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bagaimana nilai tahanan isolasi kabel.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Spesifikasi Instalasi Listrik Gedung Bertingkat

Spesifikasi merupakan penjelasan atau rincian dari suatu produk atau objek. Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah kabel habis pakai pada Gedung X. Gedung X merupakan Badan Usaha Milik Negara yang berbentuk perseroan terbatas yang bergerak dibidang jasa keuangan perbankan. Gedung X terletak di Jl.Gajah Mada, Petojo,Gambir, Jakarta Pusat. Pada Gedung X terdiri dari 23 lantai. Pada setiap lantai untuk pemakaian bebannya berbeda-beda. Hal ini dikarenakan ada beberapa lantai yang beroperasi 24 jam dan ada yang tidak. Oleh karena itu, peneliti berencana mengambil sampel kabel dengan pemakaian beban yang besar. Dengan pemakaian beban yang besar, kemungkinan untuk mendapatkan nilai tahanan isolasi kabel yang kecil akan semakin besar. Panjang kabel yang diambil pada penelitian adalah sepanjang 10 m yang disesuaikan dengan standar yang berlaku. Adapun data pemakaian beban pada Gedung X dapat dilihat pada tabel 4.1.

Pada tabel 4.1 dapat diketahui data pemakaian beban pada Gedung X di setiap lantai. Pada tabel diketahui pemakaian kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan beban yang paling besar terdapat pada lantai 4,9,dan 17, pemakaian kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan beban yang paling besar terdapat pada lantai 4,5, dan 23 sedangkan pemakaian kabel 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan pemakaian beban yang paling besar terdapat pada lantai 1,9 dan 23.

**Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Beban pada Gedung X**

LANTAI	Panel PP (NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> )			Panel LP (NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> )			Panel AC (NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> )		
	Ir (mA)	Is (mA)	It (mA)	Ir (mA)	Is (mA)	It (mA)	Ir (mA)	Is (mA)	It (mA)
Lobby	0,8	0,7	0,6	15,3	13,5	22,2	tidak ada		
1	1,5	1,3	3,3	17,2	7,4	14,4	10,6	2,3	3,5
2	3,2	4,9	1,7	7,1	3,6	1,1	5,0	5,2	5,4
3	7,1	4,7	5,1	12,1	11,8	12,2	1,6	10,4	4,2
4	24,1	7,5	8,8	25,5	20,4	23,7	tidak ada		
5	10,7	7,6	9,2	27,4	21,2	21,8	0,5	0,4	0,7
6	tidak ada								
7	4,1	5,2	2,8	9,5	7,3	9,4	1,2	0,7	0,9
8	4,2	4,8	5,3	15,3	11,3	12,2	0,7	0,4	1,2
9	14,7	3,9	8,4	10,4	10,6	9,2	21,1	0,5	0,7
10	6,1	11,9	10,4	15,9	12,1	10,2	1,5	0,7	7,1
11	8,6	9,4	12,1	13,4	12,1	10,5	3,2	4	4,3
12	5,1	3,2	1,4	13,6	9,8	11,3	tidak ada		
13	11,9	2,9	5,7	13,6	12,2	15,9	tidak ada		
14	8,7	14,2	6,7	15,2	11,6	12,1	tidak ada		
15	3,4	4,4	3,8	11,1	10,5	16,6	tidak ada		
16	3,4	2,3	1,2	20,7	13,6	12,9	tidak ada		
17	13,7	12,8	9,7	6,4	13,9	6,2	tidak ada		
18	7,3	3,8	3,2	16,6	11,1	10,2	1,5	2,1	0,8
19	tidak ada (Renovasi)								
20	1,4	4,6	4,7	15,1	16,2	11,4	4,2	0,8	1,2
21	4,6	1,5	3,7	20,8	11,6	10,7	7,1	1,4	2,1
22	2,1	1,4	1,2	29,2	17,2	20,7	tidak ada		
23	2,6	1,1	0,4	30,1	15,2	14,3	14,7	15,3	11,3

(Sumber: Dokumentasi Gedung Menara BTN)

Keterangan:

Ir = beban pada fasa R

Is = beban pada fasa S

It = beban pada fasa T

Pada lantai 6 dan 19 data beban tidak dapat diketahui dikarenakan lantai 6 merupakan aula yang tidak beroperasi setiap hari dan hanya digunakan apabila ada acara tertentu saja. Sedangkan untuk lantai 19 tidak terdapat beban karena sedang

diadakan renovasi pada lantai tersebut. Pada pemakaian kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> terdapat beberapa beban yang tidak ada dikarenakan pada lantai tersebut tidak digunakan. Seperti yang sudah dijelaskan, peneliti mengambil sampel kabel dengan beban yang paling besar. Adapun tabel pemilihan 3 buah kabel dengan beban yang paling besar dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

**Tabel 4.2 Pemilihan Sampel Kabel Gedung X**

LANTAI	Panel PP (NYM 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> )			Panel LP (NYM 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> )			Panel AC (NYM 4 x 4 mm <sup>2</sup> )		
	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)	I <sub>r</sub> (mA)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>t</sub> (mA)
2							10,6	2,3	3,5
4	24,1	1,3	3,3	25,5	20,4	23,7			
5				27,4	21,2	21,8			
9	14,7	3,9	8,4				21,1	0,5	0,7
17	13,7	12,8	9,7						
23				30,1	15,2	14,3	14,7	15,3	11,3

#### 4.1.2. Hasil Pengujian

##### 4.1.2.1 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan

Pengujian resistans isolasi adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi dari suatu penghantar. Untuk melakukan pengujian resistans isolasi, kabel harus direndam selama 1 jam di bak air, kemudian diuji menggunakan megger (mega ohm meter). Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kabel jenis NYM. Hasil pengujian pada kabel jenis NYM dapat dilihat dibawah ini:

### 1. Pengujian Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel terendam dalam air. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe merah (+) dari megger ke inti kabel dan probe hitam (-) ke ground (air). Adapun sampel kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Sampel Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hasil pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk Sampel A dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel A**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	69300
Biru	25	1	24700
Hijau-kuning	25	1	10500

Pada tabel 4.3 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu(dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C . Hasil pengujian resistansi isolasi untuk inti kabel coklat sebesar 69300 Mohm, inti kabel biru sebesar 24700 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 10500 Mohm.

**Tabel 4.4 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel B**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	15600
Biru	25	1	47000
Hijau-kuning	25	1	19700

Pada tabel 4.4 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel B. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu(dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C . Hasil pengujian resistans isolasi untuk inti kabel coklat sebesar 15600 Mohm, inti kabel biru sebesar 47000 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 19700 Mohm.

Pada tabel 4.5 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel C. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu(dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C .

**Tabel 4.5 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel C**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	18200
Biru	25	1	13700
Hijau-kuning	25	1	20600

Hasil pengujian resistansi isolasi untuk inti kabel coklat sebesar 18200 Mohm, inti kabel biru sebesar 13700 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 20600 Mohm.

## 2. Pengujian Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>

Pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel terendam dalam air. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe merah (+) dari megger ke inti kabel dan probe hitam (-) ke ground (air). Adapun sampel kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Sampel Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hasil pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.6, 4.7, dan 4.8.

**Tabel 4.6 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel D**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	35700
Hitam	25	1	32800
Abu	25	1	2420
Hijau-kuning	25	1	12300

Pada tabel 4.6 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel D. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi pada inti kabel coklat sebesar 35700 Mohm, inti kabel hitam sebesar 32800 Mohm, inti kabel abu sebesar 2420 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 12300 Mohm.

**Tabel 4.7 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel E**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	9450
Hitam	25	1	10600
Abu	25	1	35100
Hijau-kuning	25	1	9450

Pada tabel 4.7 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel E. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai

resistansi ( $R_t$ ) dengan hasil pengukuran suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai  $25^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengujian resistans isolasi pada inti kabel coklat sebesar 9450 Mohm, inti kabel hitam sebesar 10600 Mohm, inti kabel abu sebesar 35100 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 9450 Mohm.

**Tabel 4.8 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel F**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	( $R_t$ )
	( $^{\circ}\text{C}$ )	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	5200
Hitam	25	1	3750
Abu	25	1	3250
Hijau-kuning	25	1	2580

Pada tabel 4.8 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel F. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi ( $R_t$ ) dengan hasil pengukuran suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai  $25^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengujian resistans isolasi pada inti kabel coklat sebesar 5200 Mohm, inti kabel hitam sebesar 3750 Mohm, inti kabel abu sebesar 3250 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 2580 Mohm.

## 2. Pengujian Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel terendam dalam air. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi dari kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe merah (+) dari megger ke inti kabel dan probe hitam (-) ke ground (air). Setelah dihubungkan kemudian diberikan tegangan searah sebesar

500 V selama waktu 1 menit. Pengujian dilakukan disetiap inti kabel yaitu pada inti kabel biru dan inti kabel coklat. Adapun sampel kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.3.



**Gambar 4.3. Sampel Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hasil pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.9, 4.10, dan 4.11.

**Tabel 4.9 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel G**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi (Rt) (Mohm)
	Suhu(t) (°C)	Perendaman (jam)	
	Biru	25	1
Coklat	25	1	23000

Pada tabel 4.9 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel G. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel biru sebesar 25600 Mohm dan inti kabel coklat sebesar 23000 Mohm.

**Tabel 4.10 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan**

**Sampel H**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Biru	25	1	17200
Coklat	25	1	14000

Pada tabel 4.10 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel H. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel biru sebesar 17200 Mohm dan inti kabel coklat sebesar 14000 Mohm.

**Tabel 4.11 Pengujian Resistans Isolasi Sebelum Uji Tegangan Sampel I**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	Perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Biru	25	1	2610
Coklat	25	1	23000

Pada tabel 4.11 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel H. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel biru sebesar 2610 Mohm dan inti kabel coklat sebesar 23000 Mohm.

#### 4.1.2.2 Pengujian Tegangan Kabel Utuh

Pengujian tegangan kabel utuh adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui daya tahan isolasi suatu penghantar apabila diberi tegangan tinggi. Untuk melakukan pengujian tegangan kabel utuh, kabel harus direndam selama 1 jam di bak

air kemudian diberikan tegangan uji sebesar 2 kV. Adapun pengujian tegangan kabel utuh yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian terhadap kabel jenis NYM. Hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM dapat dilihat dibawah ini:

#### 1. Pengujian Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Pengujian tegangan kabel utuh NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel direndam dalam air kemudian diberikan tegangan uji sebesar 2 kV. Adapun hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.12, 4.13, dan 4.14.

**Tabel 4.12 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel A**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus Bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Coklat	10	25	1	2	5	0,5
Biru	10	25	1	2	5	0,5
Kuning-hijau	10	25	1	2	5	0,7

Pada tabel 4.12 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,5 mA, inti kabel biru tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,5 mA, inti kabel hijau-kuning tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,7 mA.

**Tabel 4.13 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel B**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus Bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Coklat	10	25	1	2	5	0,6
Biru	10	25	1	2	5	0,5
Hijau-kuning	10	25	1	2	5	0,6

Pada tabel 4.13 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel B. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA, inti kabel biru tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,5 mA, inti kabel hijau-kuning tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA.

**Tabel 4.14 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel C**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus Bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Coklat	10	25	1	2	5	0,6
Biru	10	25	1	2	5	0,6
Hijau-kuning	10	25	1	2	5	0,6

Pada tabel 4.14 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel C. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan

kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian sebagai, inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA, inti kabel biru tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA, inti kabel hijau-kuning tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA.

## 2. Pengujian Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>

Pengujian tegangan kabel utuh NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel direndam dalam air kemudian diberikan tegangan uji sebesar 2 kV. Adapun hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.15, 4.16, dan 4.17.

**Tabel 4.15 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel D**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Coklat	10	25	1	2	5	0,5
Hitam	10	25	1	2	5	0,5
Abu	10	25	1	2	5	0,8
Hijau-kuning	10	25	1	2	5	0,7

Pada tabel 4.15 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel D. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV

sebesar 0,5 mA, inti kabel hitam tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,5 mA, inti kabel abu tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,8 mA, inti kabel hijau-kuning tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,7 mA.

**Tabel 4.16 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel E**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Coklat	10	25	1	2	5	0,7
Hitam	10	25	1	2	5	0,7
Abu	10	25	1	2	5	0,5
Hijau-kuning	10	25	1	2	5	0,7

Pada tabel 4.16 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel E. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,7 mA, inti kabel hitam tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,7 mA, inti kabel abu tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,5 mA, inti kabel hijau-kuning tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,7 mA.

Pada tabel 4.17 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel F. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel

utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C.

**Tabel 4.18 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel F**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Coklat	10	25	1	2	5	0,8
Hitam	10	25	1	2	5	0,8
Abu	10	25	1	2	5	±60
Hijau-kuning	10	25	1	2	5	±60

Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,8 mA, inti kabel hitam tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,8 mA, inti kabel abu tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar ±60 mA, inti kabel hijau-kuning tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar ±60 mA.

### 3. Pengujian Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Pengujian tegangan kabel utuh NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel direndam dalam air kemudian diberikan tegangan uji sebesar 2 kV. Adapun hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.18, 4.19, dan 4.20.

**Tabel 4.18 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel G**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus bocor
		Suhu(t)	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Biru	10	25	1	2	5	0,6

Coklat	10	25	1	2	5	0,5
--------	----	----	---	---	---	-----

Pada tabel 4.18 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel G. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel biru tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA, inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,5 mA.

Pada tabel 4.19 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel H. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C.

**Tabel 4.19 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel H**

Inti kabel yang diuji	Panjang kabel	Dalam air		Tegangan	Waktu	Arus bocor
		Suhu(t )	perendaman			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit )	(mA)
Biru	10	25	1	2	5	0,6
Coklat	10	25	1	2	5	0,6

Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel biru tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA, inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA.

**Tabel 4.20 Pengujian Tegangan Kabel Utuh Sampel I**

Inti kabel yang	Panjang kabel	Dalam air	Tegangan	Waktu	Arus bocor
-----------------	---------------	-----------	----------	-------	------------

diuji		Suhu(t)	perendama n			
	(m)	(°C)	(jam)	(kV)	(menit)	(mA)
Biru	10	25	1	2	5	0,8
Coklat	10	25	1	2	5	0,6

Pada tabel 4.20 merupakan hasil pengujian tegangan kabel utuh pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel I. Hasil yang didapat pada pengujian tegangan kabel utuh adalah suhu (dalam air) dan arus bocor dengan suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian tegangan kabel utuh dapat dilihat dengan rincian inti kabel biru tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,8 mA, inti kabel coklat tidak tembus dengan arus bocor pada tegangan 2 kV sebesar 0,6 mA.

#### 4.1.2.3 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan

Setelah didapat hasil pengujian tegangan kabel utuh kemudian dilakukan kembali pengujian resistans isolasi untuk mengetahui penurunan nilai tahanan isolasi pada kabel.

##### 1. Pengujian Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel terendam dalam air. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe merah (+) dari megger ke inti kabel dan probe hitam (-) ke ground (air). Hasil pengujian resistans isolasi setelah pengujian tegangan pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.21, 4.22 dan 4.23.

**Tabel 4.21 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel A**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi (Rt)
	Suhu(t)	perendaman	

	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	44700
Biru	25	1	22000
Hijau-kuning	25	1	9500

Pada tabel 4.21 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu(dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C . Hasil pengujian resistansi isolasi untuk inti kabel coklat sebesar 44700 Mohm, inti kabel biru sebesar 22000 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 10500 Mohm.

**Tabel 4.22 Pengujian Resistansi Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel B**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	12500
Biru	25	1	39300
Hijau-kuning	25	1	10200

Pada tabel 4.22 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel B. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu(dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C . Hasil pengujian resistansi isolasi untuk inti kabel coklat sebesar 12500 Mohm, inti kabel biru sebesar 39300 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 10200 Mohm.

**Tabel 4.23 Pengujian Resistansi Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel C**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	perendaman	(Rt)

	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	17400
Biru	25	1	11900
Hijau-kuning	25	1	13500

Pada tabel 4.23 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel C. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu(dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C . Hasil pengujian resistansi isolasi inti kabel coklat sebesar 19000 Mohm, inti kabel biru sebesar 16500 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 13500 Mohm.

## 2. Pengujian Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>

Pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel terendam dalam air. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe merah (+) dari megger ke inti kabel dan probe hitam (-) ke ground (air) Adapun hasil pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.24, 4.25, dan 4.26 .

**Tabel 4.24 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel D**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Reistansi (Rt)
	Suhu(t)	perendaman	
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	29000
Hitam	25	1	31000
Abu	25	1	2120
Hijau-kuning	25	1	9800

Pada tabel 4.24 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel D. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai

resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi pada inti kabel coklat sebesar 29000 Mohm, inti kabel hitam sebesar 31000 Mohm, inti kabel abu sebesar 4600 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 21000 Mohm.

**Tabel 4.25 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel E**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Reistansi (Rt)
	Suhu(t)	perendaman	
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	8250
Hitam	25	1	10000
Abu	25	1	29000
Hijau-kuning	25	1	8900

Pada tabel 4.25 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel E. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel coklat sebesar 12000 Mohm, inti kabel hitam sebesar 10000 Mohm, inti kabel abu sebesar 29000 Mohm. dan inti kabel hijau-kuning sebesar 9000 Mohm.

**Tabel 4.26 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel F**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Reistansi (Rt)
	Suhu(t)	perendaman	
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Coklat	25	1	2770
Hitam	25	1	3240
Abu	25	1	627
Hijau-kuning	25	1	0,165

Pada tabel 4.26 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel F. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel coklat sebesar 2770 Mohm inti kabel hitam sebesar 4250 Mohm, inti kabel abu sebesar 627 Mohm, dan inti kabel hijau-kuning sebesar 0,165 Mohm.

### 3. Pengujian Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dilakukan pada setiap inti kabel dengan kabel terendam dalam air. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi dari kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe merah (+) dari megger ke inti kabel dan probe hitam (-) ke ground (air). Setelah dihubungkan kemudian diberikan tegangan searah sebesar 500 V selama waktu 1 menit. Pengujian dilakukan disetiap inti kabel yaitu pada inti kabel biru dan inti kabel coklat. Adapun hasil pengujian resistans isolasi pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.27,4.28 dan 4.29.

**Tabel 4.27 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel G**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistans
	Suhu(t )	perendama n	i (Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Biru	25	1	19500
Coklat	25	1	21200

Pada tabel 4.27 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel G. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai

resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel biru sebesar 19500 Mohm dan inti kabel coklat sebesar 21200 Mohm.

**Tabel 4.28 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel H**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Biru	25	1	12410
Coklat	25	1	14000

Pada tabel 4.28 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel H. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel biru sebesar 12410 Mohm dan inti kabel coklat sebesar 26600 Mohm.

**Tabel 4.29 Pengujian Resistans Isolasi Sesudah Uji Tegangan Sampel I**

Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
	Suhu(t)	perendaman	(Rt)
	(°C)	(jam)	(Mohm)
Biru	25	1	2610
Coklat	25	1	19800

Pada tabel 4.29 merupakan hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel I. Hasil pengujian yang didapat adalah suhu (dalam air) dan nilai resistansi (Rt) dengan hasil pengukuran suhu dalam air dan udara merupakan suhu

pembulatan dengan nilai 25°C. Hasil pengujian resistans isolasi inti kabel biru sebesar 3900 Mohm dan inti kabel coklat sebesar 19800 Mohm.

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Analisis Pengaruh Arus Bocor Dengan Nilai Tahanan Isolasi

Nilai arus bocor yang didapatkan pada penelitian ini dianalisis untuk mengetahui hubungan nilai arus bocor dengan nilai tahanan isolasi.

#### 1. Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Nilai arus bocor pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.30. Pada tabel 4.30 merupakan nilai arus bocor untuk masing-masing sampel pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>. Nilai arus bocor yang didapat pada setiap inti yaitu coklat, biru dan hijau-kuning dengan tegangan 2 kV. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh arus bocor pada tahanan isolasi suatu kabel.

**Tabel 4.30 Nilai Arus Bocor Kabel  
NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti Kabel	Arus Bocor
		(mA)
A	Coklat	0,5
	Biru	0,5
	Hijau-kuning	0,7
B	Coklat	0,6
	Biru	0,5
	Hijau-kuning	0,6
C	Coklat	0,6
	Biru	0,6
	Hijau-kuning	0,6

Pada tabel 4.30 dapat diketahui nilai arus bocor pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A, B, dan C. untuk sampel A nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel coklat sebesar 0,5 mA, inti biru sebesar 0,5 mA dan inti hijau-kuning sebesar

0,7 mA. Untuk sampel B nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel coklat sebesar 0,6 mA, inti biru sebesar 0,5 mA dan inti hijau-kuning sebesar 0,6 mA. Untuk sampel C nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel coklat sebesar 0,6 mA, inti biru sebesar 0,6 mA dan inti hijau-kuning sebesar 0,6 mA. Nilai arus bocor ini kemudian dianalisis dengan melakukan perbandingan terhadap nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan. Adapun perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dengan nilai arus bocor dapat dilihat pada tabel 4.31.

**Tabel 4.31 Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan dengan Nilai Arus Bocor Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti Kabel	Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan	Arus Bocor
		(Mohm)	(mA)
A	Coklat	44700	0,5
	Biru	22000	0,5
	Hijau-kuning	9500	0,7
B	Coklat	12500	0,6
	Biru	39300	0,5
	Hijau-kuning	10200	0,6
C	Coklat	17400	0,6
	Biru	11900	0,6
	Hijau-kuning	13500	0,6

Pada tabel 4.31 merupakan perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dengan nilai arus bocor pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>. Untuk sampel A pada inti coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 44700 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA, inti biru didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 22000 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA, dan inti hijau-kuning didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 9500 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,7 mA. Untuk sampel B pada

inti coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 12500 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA, inti biru didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 39300 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA, dan inti hijau-kuning didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 10200 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA. Untuk sampel C pada inti coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 17400 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA, inti biru didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 11900 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA, dan inti hijau-kuning didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 13500 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA.

Berdasarkan uraian diatas, nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan jika dibandingkan dengan nilai arus bocor didapatkan nilai dengan hasil yang bervariasi. Untuk nilai tahanan isolasi  $> 20000$  Mohm.km nilai arus bocor yang didapat sebesar 0,5 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi yang berada pada rentang 10000-20000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapatkan adalah sebesar 0,6 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, sedang untuk nilai tahanan isolasi yang  $< 10000$  Mohm.km nilai arus bocor yang didapatkan adalah sebesar 0,7 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus. Jika diperhatikan nilai tahanan isolasi dalam hubungannya dengan arus bocor berbanding terbalik, semakin besar nilai tahanan isolasi maka arus bocor yang didapat akan semakin kecil.

## **2. Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Nilai arus bocor pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.32.

**Tabel 4.32 Nilai Arus Bocor Kabel  
NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti Kabel	Arus Bocor
		(mA)
D	Coklat	0,5
	Hitam	0,5
	Abu	0,8
	Kuning-Hijau	0,7
E	Coklat	0,7
	Hitam	0,7
	Abu	0,5
	Hijau-kuning	0,7
F	Coklat	0,8
	Hitam	0,8
	Abu	±60
	Hijau-kuning	±60

Pada tabel 4.32 dapat diketahui nilai arus bocor pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel D, E, dan F. untuk sampel D nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel coklat sebesar 0,5 mA, inti hitam sebesar 0,5 mA, inti abu sebesar 0,8 mA dan inti hijau-kuning sebesar 0,7 mA. untuk sampel E nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel coklat sebesar 0,7 mA, inti hitam sebesar 0,7 mA, inti abu sebesar 0,5 mA dan inti hijau-kuning sebesar 0,7 mA. untuk sampel F nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel coklat sebesar 0,8 mA, inti hitam sebesar 0,8 mA, inti abu sebesar ±60 mA dan inti hijau-kuning sebesar ±60 mA. Nilai arus bocor kemudian dianalisis dengan melakukan perbandingan terhadap nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan. Adapun perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dengan nilai arus bocor dapat dilihat pada tabel 4.33.

**Tabel 4.33 Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan dengan Nilai Arus Bocor Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti Kabel	Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan	Arus Bocor
		(Mohm)	(mA)
D	Coklat	29000	0,5
	Hitam	31000	0,5
	Abu	2120	0,8
	Hijau-kuning	9800	0,7
E	Coklat	8250	0,7
	Hitam	10000	0,7
	Abu	29000	0,5
	Hijau-kuning	8900	0,7
F	Coklat	2770	0,8
	Hitam	3240	0,8
	Abu	627	±60
	Hijau-kuning	0,165	±60

Pada tabel 4.33 merupakan perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dengan nilai arus bocor pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>. Untuk sampel D pada inti kabel coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 29000 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA, inti hitam didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 31000 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA, inti abu didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 2120 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,8 mA, dan hijau-kuning didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 9800 dengan nilai arus bocor sebesar 0,7 mA. Untuk sampel E pada inti kabel coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 8250 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,7 mA, inti hitam didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 10000 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,7 mA, inti abu didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji

tegangan sebesar 29000 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA, dan inti hijau-kuning didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 8900 dengan nilai arus bocor sebesar 0,7 mA. Untuk sampel F pada inti kabel coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 2770 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,8 mA, inti hitam didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 3240 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,8 mA, inti abu didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 627 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar  $\pm 60$  mA, dan inti hijau-kuning didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 9800 dengan nilai arus bocor sebesar  $\pm 60$  mA.

Berdasarkan uraian diatas, nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan jika dibandingkan dengan nilai arus bocor didapatkan nilai dengan hasil yang bervariasi. Seperti pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>, nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan jika dibandingkan dengan nilai arus bocor tidak jauh berbeda. Untuk nilai tahanan isolasi > 20000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapat sebesar 0,5 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi yang berada pada rentang 10000-20000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapatkan adalah sebesar 0,6 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi dengan rentang 5000-10000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapatkan adalah sebesar 0,7 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi dengan rentang 1000-5000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapat adalah sebesar 0,8 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus dan untuk nilai tahanan isolasi di < 100 Mohm.km nilai arus bocor yang didapat adalah sebesar  $\pm 60$  mA dan kondisi kabel mengalami tegangan tembus.

Jika diperhatikan hubungan nilai arus bocor terhadap nilai tahanan isolasi berbanding terbalik. Dengan semakin besar nilai tahanan isolasi yang didapat maka arus bocor yang didapat akan semakin kecil. Untuk kabel yang tidak mengalami tegangan tembus nilai arus bocor yang didapat berada pada rentang 0,5-0,8 mA, sedangkan untuk kabel yang mengalami tegangan tembus nilai arus bocor yang dapat adalah sebesar  $\pm 60$  mA.

### 3. Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Nilai arus bocor pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada tabel 4.34.

**Tabel 4.34 Nilai Arus Bocor Kabel  
NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti Kabel	Arus Bocor
		(mA)
G	Biru	0,6
	Coklat	0,5
H	Biru	0,6
	Coklat	0,6
I	Biru	0,8
	Coklat	0,6

Pada tabel 4.34 dapat diketahui nilai arus bocor pada kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel G, H, dan I. Untuk sampel G nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel biru sebesar 0,6 mA dan inti coklat sebesar 0,5 mA. Untuk sampel H nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel biru sebesar 0,6 mA dan inti coklat sebesar 0,6 mA. Untuk sampel I nilai arus bocor yang didapat pada inti kabel biru sebesar 0,8 mA dan inti coklat sebesar 0,6 mA. Nilai arus bocor kemudian dianalisis dengan melakukan perbandingan terhadap nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan. Adapun

perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dengan nilai arus bocor dapat dilihat pada tabel 4.35.

**Tabel 4.35 Perbandingan Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan dengan Nilai Arus Bocor Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti Kabel	Nilai Tahanan Isolasi Sesudah Uji Tegangan	Arus Bocor
		(Mohm)	(mA)
G	Biru	19500	0,6
	Coklat	21200	0,5
H	Biru	12410	0,6
	Coklat	14000	0,6
I	Biru	2610	0,8
	Coklat	19800	0,6

Pada tabel 4.35 merupakan perbandingan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan dengan nilai arus bocor pada kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Untuk sampel G pada inti biru didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 19500 Mohm dengan nilai arus bocor 0,6 mA dan inti coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 21200 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,5 mA. Untuk sampel H pada inti biru didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 12410 Mohm dengan nilai arus bocor 0,6 mA dan inti coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 14000 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA. Untuk sampel I pada inti biru didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 2610 Mohm dengan nilai arus bocor 0,8 mA dan inti coklat didapatkan nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan sebesar 19800 Mohm dengan nilai arus bocor sebesar 0,6 mA.

Berdasarkan uraian diatas, nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan jika dibandingkan dengan nilai arus bocor didapatkan nilai dengan hasil yang bervariasi.

Seperti pada kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dan kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>, nilai tahanan isolasi sesudah uji tegangan jika dibandingkan dengan nilai arus bocor tidak jauh berbeda. Untuk nilai tahanan isolasi > 20000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapat sebesar 0,5 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi yang berada pada rentang 10000-20000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapatkan adalah sebesar 0,6 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi dengan rentang 5000-10000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapatkan adalah sebesar 0,7 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus, untuk nilai tahanan isolasi dengan rentang 1000-5000 Mohm.km nilai arus bocor yang didapat adalah sebesar 0,8 mA dengan kondisi kabel tidak mengalami tegangan tembus.

#### **4.2.2. Kesesuaian dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011**

Hasil pengukuran dan pengujian disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 dan SNI 04-6629:2011 untuk mengetahui apakah tahanan isolasi pada kabel masih sesuai dengan standar. Dalam penelitian ini untuk hasil pengujian resistans isolasi disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 dan pengujian tegangan kabel utuh disesuaikan dengan SNI 04-6629:2011.

##### **4.2.2.1. Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi**

Kesesuaian pengujian resistans isolasi dengan SPLN 42-2:1992 dapat diketahui dengan membandingkan nilai resistans isolasi pada suhu 20°C yang dihitung dengan nilai resistans isolasi pada suhu 20°C yang dimuat pada SPLN 42-2:1992. Untuk

menghitung nilai resistans isolasi pada suhu 20°C digunakan dengan rumus sebagai berikut:

$$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times fK \quad (4.1)$$

Dimana :

$R_i$  = Resistans isolasi pada suhu 20°C per satuan panjang (Mohm.km)

$fK$  = Faktor koreksi pengukuran ke suhu 20°C

$L$  = panjang contoh uji (m)

$R_t$  = Resistans isolasi pada t°C (Mohm)

Hasil perhitungan resistans isolasi pada suhu 20°C dan kesesuaian dengan SPLN 42-2:1992 untuk kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>, NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>, NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> sebagai berikut:

#### 1. Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Dari perhitungan nilai resistans isolasi pada suhu 20°C kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> pada lampiran 2 dapat diketahui hasil perhitungan resistansi isolasi pada suhu 20°C yang terdapat pada tabel 4.36.

**Tabel 4.36 Nilai Resistans Isolasi pada Suhu 20°C  
Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans Isolasi pada suhu 20°C
		( $R_i$ )
		(Mohm.km)
A	Coklat	1205,82
	Biru	429,78
	Hijau-kuning	182,70
B	Coklat	271,44

**Tabel 4.36 Nilai Resistans Isolasi pada Suhu 20°C  
Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> (Lanjutan)**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans Isolasi pada suhu 20°C
		(Ri)
		(Mohm.km)
B	Biru	817,80
	Hijau-kuning	342,78
C	Coklat	316,68
	Biru	238,38
	Hijau-kuning	358,44

Dari hasil perhitungan kemudian disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 untuk mengetahui apakah nilai tahanan isolasi kabel masih sesuai atau tidak. Kesesuaian pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992 terdapat pada tabel 4.37.

**Tabel 4.37 Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel  
NYM 3x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistansi Isolasi pada suhu 20°C	Resistansi Isolasi pada suhu 20°C (SPLN 42-2:1992)	Keterangan
		(Ri)	Minimum	
		(Mohm.km)	(Mohm.km)	
A	Coklat	1205,82	50	Sesuai
	Biru	429,78	50	Sesuai
	Hijau-kuning	182,70	50	Sesuai
B	Coklat	271,44	50	Sesuai
	Biru	817,80	50	Sesuai
	Hijau-kuning	342,78	50	Sesuai
C	Coklat	316,68	50	Sesuai
	Biru	238,38	50	Sesuai
	Hijau-kuning	358,44	50	Sesuai

Pada tabel 4.37 merupakan kesesuaian hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992. Dari hasil pengujian untuk seluruh inti kabel baik inti kabel coklat, biru dan hijau-kuning pada sampel A,B, dan C seluruhnya memiliki tahanan yang sesuai dengan standar dikarenakan hasil yang didapat lebih dari ketetapan standar dengan rincian sebagai berikut:

- a) Pada Sampel A nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti coklat sebesar 1205,82 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel biru sebesar 429,78 (Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), dan inti kabel hijau-kuning sebesar 182,70 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km).
- b) Pada sampel B nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti coklat sebesar 271,44 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel biru sebesar 817,80 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), dan inti kabel hijau-kuning sebesar 342,78 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km).
- c) Pada sampel C nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti coklat sebesar 316,68 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel biru sebesar 134,35 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), dan inti kabel hijau-kuning sebesar 238,38 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km).

Berdasarkan uraian diatas, kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A, B, dan C hasil pengujian tahanan isolasi sesuai dengan standar dengan hasil pengujian baik.

## **2. Pengujian Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Dari perhitungan nilai resistans isolasi pada suhu 20°C kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> pada lampiran 2 dapat diketahui hasil perhitungan resistans isolasi pada suhu 20°C yang terdapat pada tabel 4.38. Dari hasil perhitungan kemudian disesuaikan dengan

SPLN 42-2:1992 untuk mengetahui apakah nilai tahanan isolasi kabel masih sesuai atau tidak. Kesesuaian pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992 terdapat pada tabel 4.39.

**Tabel 4.38 Nilai Resistans Isolasi pada Suhu 20°C  
Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans Isolasi pada suhu 20°C
		(R <sub>i</sub> )
		(Mohm.km)
D	Coklat	621,18
	Hitam	588,12
	Abu	42,10
	Hijau-kuning	214,02
E	Coklat	164,43
	Hitam	184,44
	Abu	610,74
	Hijau-kuning	214,02
F	Coklat	90,48
	Hitam	65,25
	Abu	56,55
	Hijau-kuning	44,89

Pada tabel 4.39 merupakan kesesuaian hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992. Dari hasil pengujian yang dilakukan, terdapat 2 inti kabel yang tidak sesuai dengan standar yaitu inti kabel abu pada lantai 2 dan inti kabel hijau-kuning pada lantai 23, sedangkan inti kabel selebihnya sesuai dengan standar dengan rincian sebagai berikut:

- a) Pada sampel D nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti coklat sebesar 621,18 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel hitam sebesar 588,12 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel abu sebesar

42,10 Mohm.km (tidak sesuai karena  $<50$  Mohm.km), dan inti kabel hijau-kuning sebesar 214,02 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km).

**Tabel 4.39 Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans pada suhu 20°C	Resistans pada suhu 20°C (SPLN 42-2:1992)	Keterangan
		(R <sub>i</sub> )	Minimum	
		(Mohm.km)	(Mohm.km)	
D	Coklat	621,18	50	Sesuai
	Hitam	588,12	50	Sesuai
	Abu	42,10	50	Tidak Sesuai
	Hijau-kuning	214,02	50	Sesuai
E	Coklat	164,43	50	Sesuai
	Hitam	184,44	50	Sesuai
	Abu	610,74	50	Sesuai
	Hijau-kuning	214,02	50	Sesuai
F	Coklat	90,48	50	Sesuai
	Hitam	65,25	50	Sesuai
	Abu	56,55	50	Sesuai
	Hijau-kuning	44,89	50	Tidak Sesuai

b) Pada sampel E nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti coklat sebesar 164,43 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km), inti kabel hitam sebesar 184,44 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km), inti kabel abu sebesar 610,74 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km) dan inti kabel hijau-kuning sebesar 214,02 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km).

c) Pada sampel F nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti coklat sebesar 90,48 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km), inti kabel hitam sebesar 65,25 Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km), inti kabel abu sebesar 56,55

Mohm.km (sesuai karena  $>50$  Mohm.km) dan inti kabel hijau-kuning sebesar 44,89 Mohm.km (tidak sesuai karena  $<50$  Mohm.km).

Berdasarkan uraian diatas, hasil pengujian tahanan isolasi untuk sampel E sudah sesuai standar sedangkan untuk sampel D dan sampel F terdapat satu inti yang tidak standar yaitu inti abu dengan nilai 42,10 Mohm untuk sampel D dan inti hijau-kuning dengan nilai 44,89 Mohm.km untuk sampel F.

### 3. Pengujian Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Dari perhitungan nilai resistans isolasi pada suhu 20°C kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> pada lampiran 2 dapat diketahui hasil perhitungan resistans isolasi pada suhu 20°C yang terdapat pada tabel 4.40. Dari hasil perhitungan kemudian disesuaikan dengan SPLN 42-2:1992 untuk mengetahui apakah nilai tahanan isolasi kabel masih sesuai atau tidak. Kesesuaian pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> isolasi dengan SPLN 42-2:1992 terdapat pada tabel 4.41.

**Tabel 4.40 Nilai Resistans Isolasi pada Suhu 20°C  
Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans Isolasi pada suhu 20°C
		(R <sub>i</sub> )
		(Mohm.km)
G	Biru	445,44
	Coklat	400,20
H	Biru	299,28
	Coklat	243,60
I	Biru	45,41
	Coklat	400,20

Pada tabel 4.43 merupakan kesesuaian hasil pengujian resistans isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992. Dari hasil pengujian yang dilakukan

terdapat satu inti kabel yang tidak sesuai standar yaitu inti kabel biru pada sampel I sedangkan inti kabel lainnya sesuai dengan standar dengan rincian sebagai berikut:

**Tabel 4.41 Kesesuaian Pengujian Resistans Isolasi Kabel  
NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan SPLN 42-2:1992**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Resistans Isolasi pada suhu 20°C	Resistans isolasi pada suhu 20°C (SPLN 42-2:1992)	Keterangan
		(Ri)	Minimum	
		(Mohm.km)	(Mohm.km)	
G	Biru	445,44	50	Sesuai
	Coklat	400,20	50	Sesuai
H	Biru	299,28	50	Sesuai
	Coklat	243,60	50	Sesuai
I	Biru	45,41	50	Tidak Sesuai
	Coklat	400,20	50	Sesuai

- a) Pada sampel G nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti biru sebesar 445,44 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel coklat sebesar 400,20 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km)
- b) Pada sampel H nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti biru sebesar 299,28 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km), inti kabel coklat sebesar 243,6 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km)
- c) Pada sampel I nilai resistans isolasi pada suhu 20°C untuk kabel inti biru sebesar 45,41 Mohm.km (tidak sesuai karena <50 Mohm.km), inti kabel coklat sebesar 400,20 Mohm.km (sesuai karena >50 Mohm.km).

#### 4.2.2.2. Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh

##### 1. Pengujian Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Kesesuaian pengujian tegangan kabel utuh kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011 pada tabel 4.42.

**Tabel 4.42 Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan SNI 046629:2011**

Sampe l	Inti kabel yang diuji	Tegangan kV	Waktu menit	Arus Naik- Turun		Pengujian Tegangan Kabel Utuh (SNI 04-6629:2011)	Kesesuaian
				Ya	Tida k		
A	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Biru	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Kuning-hijau	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
B	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Biru	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Kuning-hijau	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
C	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Biru	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Kuning-hijau	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai

Pada tabel 4.42 merupakan kesesuaian pengujian kabel tegangan utuh kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada seluruh inti kabel coklat, biru, dan kuning-hijau di sampel A, B, dan C seluruhnya tidak tembus dan sesuai dengan ketentuan standar. Kondisi kabel tidak tembus dapat diketahui melalui indikator arus. Jika arus naik kemudian turun hal ini menandakan bahwa kabel mengalami tegangan tembus. Hasil pengujian disesuaikan dengan SNI 04-6629:2011 dengan rincian sebagai berikut:

- a) Pada sampel A hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-

- 6629:2011), inti kabel biru tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel hijau-kuning (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).
- b) Pada sampel B hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel biru tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel hijau-kuning (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).
- c) Pada sampel C hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel biru tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel hijau-kuning (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).

Berdasarkan uraian diatas, hasil pengujian tegangan kabel utuh kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> sesuai standar dengan hasil pengujian yang baik.

## **2. Pengujian Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Kesesuaian pengujian tagangan kabel utuh kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011 pada tabel 4.43. Pada tabel 4.43 merupakan kesesuaian pengujian kabel tegangan utuh kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011. Dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat 2 inti kabel yang mengalami tegangan tembus sehingga tidak sesuai standar. Inti kabel yang mengalami tegangan tembus yaitu pada inti kabel abu dan hijau-kuning pada sampel F. Sedangkan untuk inti kabel selebihnya tidak mengalami tembus sehingga sesuai standar. Kondisi kabel tidak tembus dapat diketahui melalui indikator arus. Jika arus naik kemudian turun hal ini menandakan bahwa kabel mengalami tegangan tembus. Hasil pengujian yang disesuaikan dengan SNI 04-6629:2011 dengan rincian sebagai berikut:

- a) Pada sampel D hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel hitam tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel abu tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011) dan inti kabel hijau-kuning tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).

**Tabel 4.43 Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh  
NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> dengan SNI 046629:2011**

Sampe l	Inti kabel yang diuji	Tegangan kV	Waktu menit	Arus Naik- Turun		Pengujian Tegangan Kabel Utuh (SNI 04-6629:2011)	Kesesuaian
				Ya	Tidak		
D	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Hitam	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Abu	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Hijau-Kuning	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
E	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Hitam	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Abu	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Hijau-Kuning	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
F	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Hitam	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Abu	2	5	√		Tidak Boleh Tembus	Tidak Sesuai
	Hijau-Kuning	2	5	√		Tidak Boleh Tembus	Tidak Sesuai

- b) Pada sampel E hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel hitam tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel abu tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011) dan inti kabel hijau-kuning (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).

- c) Pada sampel F hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel hitam tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel abu tembus (tidak sesuai dengan SNI 04-6629:2011) dan inti kabel hijau-kuning tembus (tidak sesuai dengan SNI 04-6629:2011).

Berdasarkan uraian diatas, kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> pada sampel D dan E sesuai dengan standar karena tidak mengalami tegangan tembus sedangkan untuk kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> pada sampel F tidak sesuai dikarenakan pada inti abu dan hijau-kuning mengalami tegangan tembus. Adapun penyebab ketidaksesuaian kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> pada sampel F dipengaruhi oleh kecilnya nilai tahanan isolasi. Dengan kecilnya nilai tahanan isolasi mengindikasikan adanya kerusakan/kecacatan pada kabel, kerusakan mekanis, kerusakan bahan isolasi, dan kontaminasi pada kabel. Hal ini dibuktikan dengan pengujian tegangan yang dilakukan pada kabel sampel F. Dengan memberikan tegangan uji standar sebesar 2 kV, kabel tidak lolos uji dan tembus sehingga tidak sesuai dengan standar. Semakin kecil nilai tahanan isolasi maka kemungkinan kabel untuk tembus semakin besar.

### 3. Pengujian Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Kesesuaian pengujian tegangan kabel utuh kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011 pada tabel 4.44.

**Tabel 4.44 Kesesuaian Pengujian Tegangan Kabel Utuh NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan SNI 046629:2011**

Sampel	Inti kabel yang diuji	Tegangan	Waktu	Arus Naik-Turun		Pengujian Tegangan Kabel Utuh (SNI 04-6629:2011)	Kesesuaian
		kV	menit	Ya	Tidak		

G	Biru	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
H	Biru	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
I	Biru	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai
	Coklat	2	5		√	Tidak Boleh Tembus	Sesuai

Pada tabel 4.44 merupakan kesesuaian pengujian kabel tegangan utuh kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> dengan SNI 04-6629:2011. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada seluruh inti kabel coklat, biru, dan kuning-hijau pada sampel G, H, dan I seluruhnya tidak tembus dan sesuai dengan ketentuan standar. Kondisi kabel tidak tembus dapat diketahui melalui indikator arus. Jika arus naik kemudian turun hal ini menandakan bahwa kabel mengalami tegangan tembus Hasil pengujian yang dilakukan disesuaikan dengan SNI 04-6629:2011 dengan rincian sebagai berikut:

- a) Pada sampel G hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel biru tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).
- b) Pada sampel H hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel biru tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).
- c) Pada sampel I hasil pengujian tegangan kabel utuh dengan tegangan sebesar 2 kV dalam waktu 5 menit untuk inti kabel biru tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011), inti kabel coklat tidak tembus (sesuai dengan SNI 04-6629:2011).

Berdasarkan uraian diatas, hasil pengujian tegangan kabel utuh kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> sesuai standar dengan hasil pengujian yang baik.

#### **4.2.3 Dampak Penelitian**

Setelah dilakukan penelitian terhadap tahanan isolasi kabel habis pakai pada Gedung X, ternyata masih terdapat beberapa kabel yang tidak sesuai dengan SPLN maupun SNI. Dari hasil penelitian, kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> pada sampel D dan F berdasarkan hasil pengujian resistans isolasi dengan SPLN 42-2:1992 tidak sesuai dikarenakan nilai tahanan isolasi yang didapat kurang dari nilai standar yang ditetapkan SPLN 42-2:1992 sedangkan untuk kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> pada sampel F berdasarkan pengujian tegangan kabel utuh dengan SNI 04-6629:2011 tidak sesuai dikarenakan kabel pada sampel F mengalami tegangan tembus sehingga tidak sesuai menurut SNI 04-6629:2011. Untuk kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> pada sampel I berdasarkan hasil pengujian resistans isolasi dengan SPLN 42-2:1992 didapatkan hasil tidak sesuai dikarenakan nilai tahanan isolasi yang didapat kurang dari nilai standar yang ditetapkan SPLN 42-2:1992.

Dengan adanya komponen instalasi listrik yang belum sesuai dengan standar, apabila dibiarkan terlalu lama akan mengakibatkan bahaya seperti kebakaran yang disebabkan oleh tahanan isolasi yang tidak standar seperti korsleting listrik. Hal ini juga tentunya tidak sesuai dengan persyaratan keandalan bangunan gedung yang diatur dalam UU No.28 Tahun 2002 pasal 16 dan PP No.36 Tahun 2005 pasal 31.

#### **4.2.4 Solusi Penelitian**

Dengan mempertimbangkan hasil penelitian pengujian tahanan isolasi kabel habis pakai pada Gedung X dan persyaratan keselamatan yang sesuai dengan UU No.28 Tahun 2002 pasal 16 dan PP No.36 Tahun 2005 pasal 31 maka untuk Gedung X perlu dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap keseluruhan komponen listrik khususnya pada tahanan isolasi kabel. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, dengan adanya tahanan isolasi kabel yang belum sesuai dengan standar, apabila dibiarkan terlalu lama akan mengakibatkan bahaya seperti kebakaran yang. Untuk menghindari hal tersebut maka yang perlu dilakukan adalah:

1. Melakukan Pemeriksaan dan Pengujian Secara Berkala  
Pemeriksaan dan pengujian komponen listrik perlu dilakukan secara berkala untuk mengetahui kondisi dari komponen listrik yang dipakai apakah masih sesuai dengan standar yang berlaku.
2. Melakukan Penyesuaian Beban  
Penyesuaian beban perlu dilakukan mengingat kabel yang dipakai dengan beban besar dan secara terus menerus dapat mengakibatkan tahanan isolasi kabel menjadi turun. Untuk pemakaian beban yang besar, disesuaikan dengan luas penampang kabel yang digunakan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian tahanan isolasi kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel A, B, dan C didapatkan hasil uji resistans isolasi dengan nilai paling rendah 182,70 Mohm.km untuk sampel A, 342,78 Mohm.km untuk sampel B, 238,38 Mohm.km untuk sampel C. Nilai ini jika dibandingkan dengan SPLN 42-2:1992 masih sesuai karena persyaratan nilai minimal adalah sebesar 50 Mohm.km, Sedangkan berdasarkan hasil pengujian tegangan kabel utuh untuk sampel A, B, dan C didapatkan hasil pengujian tidak tembus sehingga jika dibandingkan dengan SNI 04-6629:2011 masih sesuai karena persyaratan yang diperbolehkan adalah tidak boleh tembus.
2. Berdasarkan hasil pengujian tahanan isolasi kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup> untuk sampel D, E, dan F didapatkan hasil uji resistans isolasi dengan nilai paling rendah 42,10 Mohm.km untuk sampel D, 164,43 Mohm.km untuk sampel E, 44,89 Mohm.km untuk sampel F. Untuk sampel E jika dibandingkan dengan SPLN 42-2:1992 masih sesuai karena persyaratan nilai minimal adalah sebesar 50 Mohm.km, tetapi untuk sampel D dan F jika dibandingkan dengan SPLN 42-2:1992 tidak sesuai karena nilai yang didapat kurang dari 50 Mohm.km. Untuk hasil pengujian tegangan kabel utuh untuk sampel D, E, dan F didapatkan hasil pengujian tidak tembus untuk sampel D dan E sehingga jika dibandingkan dengan SNI 04-

6629:2011 masih sesuai karena persyaratan yang diperbolehkan adalah tidak boleh tembus, tetapi untuk sampel F didapatkan hasil pengujian tembus sehingga jika dibandingkan dengan SNI 04-6629:2011 tidak sesuai karena persyaratan yang diperbolehkan adalah tidak boleh tembus.

3. Berdasarkan hasil pengujian tahanan isolasi kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> untuk sampel G, H, dan I didapatkan hasil uji resistans isolasi dengan nilai paling rendah 400,20 Mohm.km untuk sampel G, 243,60 Mohm.km untuk sampel H, dan 45,41 Mohm.km. Untuk sampel G dan H jika dibandingkan dengan SPLN 42-2:1992 masih sesuai karena persyaratan nilai minimal adalah sebesar 50 Mohm.km, tetapi untuk sampel I jika dibandingkan dengan SPLN 42-2:1992 tidak sesuai karena nilai yang didapat kurang dari 50 Mohm.km. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian tegangan kabel utuh untuk sampel A, B, dan C didapatkan hasil pengujian tidak tembus sehingga jika dibandingkan dengan SNI 04-6629:2011 masih sesuai karena persyaratan yang diperbolehkan adalah tidak boleh tembus.
4. Berdasarkan hasil perbandingan nilai tahanan isolasi terhadap arus bocor didapatkan hasil bahwa nilai tahanan isolasi mempengaruhi nilai arus bocor. Semakin besar nilai tahanan isolasi maka arus bocor semakin kecil.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka peneliti menyarankan :

1. Untuk Gedung X hendaknya dapat mengevaluasi dan menindak lanjuti instalasi listrik yang tidak laik beroperasi dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian

kembali keandalan bangunan gedung khususnya instalasi listrik agar dapat terhindar dari kebakaran yang disebabkan oleh tahanan isolasi kabel listrik.

2. Melakukan pergantian kabel yang usang atau sudah bocor dengan kabel yang baru sebelum terjadi hal-hal yang tidak diinginkan
3. Untuk peneliti selanjutnya, penelitian yang mendalam tentang tahanan isolasi pada kabel seperti menambahkan variabel suhu dirasa perlu dilakukan karena pengaruh suhu sangat menentukan apakah nilai tahanan isolasi pada kabel masih laik atau tidak digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- BSNI. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000(PUIL 2000)*. Jakarta: BSN
- BSNI. (2011). *Kabel Berinsulasi PVC Dengan Voltase Pengenal Sampai Dengan 450/750 V-Bagian 1(SNI 6629.1)*. Jakarta: BSN
- BSNI. (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011(PUIL 2011)*. Jakarta: BSN
- Belajar Elektronika. Jenis-Jenis Kabel Listrik. <http://belajarelektronika.net/jenis-jenis-kabel-listrik/> diakses pada tanggal 3 agustus 2016
- Cakra, Brian. (2009). Analisis Degradasi Tahanan Isolasi PVC Pada Kabel Dengan Tegangan Pengenal 300/500 V[Skripsi]. Depok: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta. Statistik Kebakaran Berdasarkan Penyebab. <http://www.jakartafire.net> diakses pada tanggal 8 Agustus 2016
- Harten, P.Van & E. Setiawan (1981).*Instalasi Listrik Arus Kuat I*. Bandung: Bina Cipta
- Imam F., Rukdas. (2009). Analisis Temperatur Kabel Terhadap Penekukan dan Besar Arus[Skripsi]. Depok:Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- KONSUIL.2014.*Buku Pedoman Verifikasi Hasil Pemeriksaan dan Pengujian*. Jakarta: KONSUIL
- Lestari, Lea B. 2016. Studi Survey Kelaikan Instalasi Listrik Tegangan Rendah Pada Rumah Tinggal Sederhana Dengan Daya 900 VA-2200 VA[Skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
- Linsley, Trevor. (2004). *Instalasi Listrik Tingkat Lanjut Vol.3*. Jakarta: Erlangga.
- Peraturan Pemerintah. (1991). *Peraturan Pemerintah No.15 Tahun 1991 Tentang Standar Nasional Indonesia*
- [Permenaker] Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No.12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan Dan Kerja Listrik Ditempat Kerja*.
- SPLN 39-1(1981).*Pengujian Kabel Listrik*. Jakarta:Departemen Pertambangan dan Energi
- SPLN 42-2(1992). *Kabel Berisolasi dan Berselubung PVC Tegangan Pengenal 300/500 volt(NYM)*.Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi

- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Ed ke-8. Bandung: Alfabeta.
- Sumardjati, Prih. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa(2002). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka
- Trumansyahjaya, Kalih(2012). *Pemeriksaan Keandalan Bangunan Gedung Di Universitas Gorontalo*[Skripsi]. Gorontalo: Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo
- Undang-undang. (1985). *Undang-undang No.15 Tahun 1985 Tentang Ketenagalistrikan*.
- Undang-undang. (1999). *Undang-undang Republik Indonesia No.18 Tahun 1999 Tentang Jasa Konstruksi*.

# LAMPIRAN

## LAMPIRAN 1

### Jobsheet Penelitian

	<b>JOB SHEET DATA RISET (SKRIPSI)</b>	<b>FAKULTAS TEKNIK JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA</b>
<b>Nama : Arman Mulia</b> 5115122589  Semester 106 September - juni 2017	<b>Evaluasi Kelaikan Tahanan Isolasi Kabel Pada Instalasi Listrik Gedung Bertingkat (Studi Kasus di Gedung Menara BTN Harmoni)</b>	

#### Tujuan :

1. Untuk mengetahui kelaikan instalasi listrik dilihat dari kelaikan tahanan isolasi,
2. Untuk mengetahui parameter apa saja yang mempengaruhi tahanan isolasi

#### BAHAN DAN ALAT

BAHAN			ALAT		
Cek list	Item	Jumlah	Cek list	Item	Jumlah
	Bak Air	1		HV test	1
	Plat	1		Megger	1
	Kabel			Tespen	1
				Obeng	1
				<i>Thermometer</i>	1
				<i>Stopwatch</i>	1

#### KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

1. (√) Berdo'a sebelum memulai praktik.
2. (√) Menggunakan perlengkapan praktik yang benar:
  - (√) Sepatu (*Safety Shoes*)
  - (√) wearpack
  - (√) Sarung tangan
3. (√) Menggunakan alat sesuai fungsinya
4. (√) Bekerjalah sesuai dengan cara kerja atau petunjuk yang telah ditentukan.
5. (√) Mencek kembali apakah sudah siap semua sebelum melakukan penelitian.
6. (√) Melaporkan ke instruktur jika pekerjaan sudah selesai dan siap diuji.
7. (√) Merapihkan alat dengan baik dan benar

## PENGUJIAN KABEL

### A. Pengujian Tahanan Isolasi

**Alat :**

- Megger

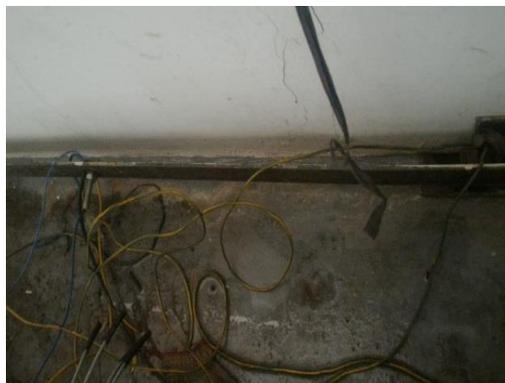


**Bahan :**

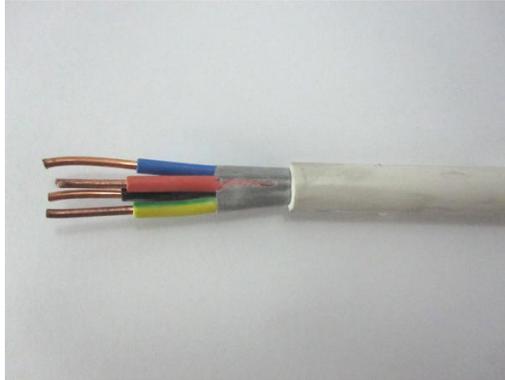
- Bak air



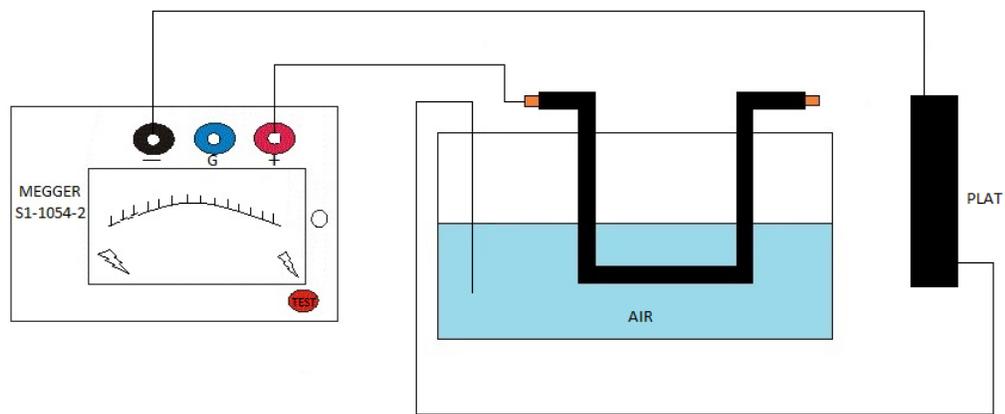
- Plat



- Sampel Uji Kabel



**Gambar Rangkaian :**



**Gambar Rangkaian Pengujian Tahanan Isolasi**

### **Langkah Kerja**

Adapun langkah kerja untuk melakukan pengujian resistans insulasi adalah:

#### **1. Persiapan**

- Menyiapkan blangko uji resistans insulasi
- Menyiapkan alat uji berikut:
  - Alat ukur resistans isolasi (megger) tegangan DC 80 s/d 500 V

- Thermometer
  - Stop Watch
  - Bak air
- c. Menyiapkan contoh uji pada seluruh kabel yang diterima
  - d. Mengupas selubung dan lapisan pembungkus inti kabel pada kedua ujungnya sepanjang kira-kira 100 mm dan diregangkan inti-intinya.
  - e. Mengupas isolasi kabel sepanjang kira-kira 20 mm salah satu ujungnya.
  - f. Untuk kabel tanpa perisai logam dan tanpa perlindungan listrik, direndamkan contoh uji dalam air pada suhu  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama minimum 2 jam, dan kedua ujungnya menonjol dari permukaan air 25 cm dan untuk kabel berperisai dan atau berpelindung listrik dilakukan pengujian udara.

## **2. Pelaksanaan**

- a. Mencatat hasil uji suhu air/udara dan panjang contoh uji pada blangko uji
- b. Untuk contoh uji yang direndam dalam air, setelah lama perendaman tercapai, pasang polaritas negative alat ukur resistansi(megger) pada salah satu inti dan inti lainnya digabungkan dan dihubungkan dengan air pada polaritas positif alat ukur.
- c. Untuk contoh uji yang tidak direndam pasang polaritas negatif alat ukur resistansi pada salah satu inti dan inti lainnya digabungkan dengan perisai logam atau pelindung listrik.
- d. Mengoperasikan alat ukur resistansi pada tegangan 500 V minimum selama 1 menit.
- e. Membiarkan contoh uji pada kondisi tersebut(direndam atau diudara), untuk pengujian selanjutnya(ui tegangan kabel utuh)

**Tabel Pengujian Resistans Isolasi**

No.	Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi (R <sub>t</sub> ) (Mohm)	Faktor koreksi suhu (f <sub>k</sub> )	Resistansi pada suhu 20°C (R <sub>20</sub> ) (Mohm.km)
		Suhu(t)	perendaman			
		(°C)	(jam)			
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**B. Pengujian Tegangan Kabel utuh**

**Alat:**

- HV Test



**Bahan:**

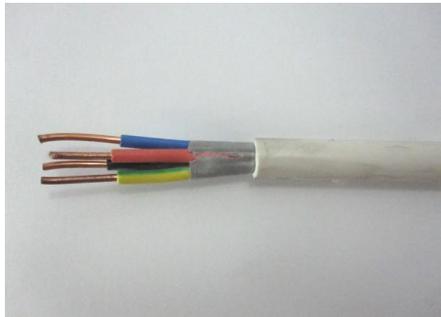
- Bak air



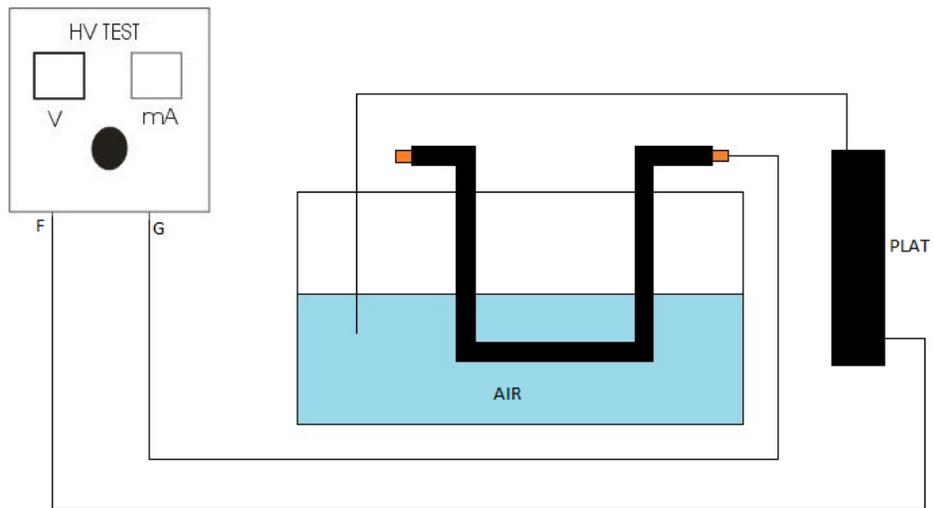
- Plat



- Sampel Uji Kabel



**Gambar Rangkaian :**



Gambar Rangkaian Pengujian Kabel tegangan Utuh

### Langkah Kerja

Adapun langkah kerja untuk melakukan pengujian tegangan kabel utuh adalah:

#### 1. Persiapan

- a. Menyiapkan blangko uji tegangan pada kabel utuh
- b. Menyiapkan alat uji berikut:
  - Alat uji tegangan
  - Bak air
  - Alat ukur resistansi isolasi (megger)
  - Stop watch
- c. Mengupas selubung dan lapisan pembungkus inti kabel pada kedua ujungnya sepanjang kira-kira 100 mm dan renggangkan inti-intinya
- d. Mengupas isolasi kabel sepanjang kira-kira 20 mm pada salah satu ujung kabel.
- e. Memasukkan contoh uji kedalam ruang uji tegangan.

#### 2. Pelaksanaan

- a. Mencatat hasil pengujian tegangan dari setiap inti kedalam blangko uji

- b. Memilih/menentukan salah satu inti kabel yang akan diuji tegangan, kemudian inti-inti kabel yang lain dan perisai logam digabung seta dihubungkan dengan elektroda bumi.
- c. Menutup pintu ruang uji tegangan
- d. Mengoperasikan alat uji tegangan dan sesuaikan dengan tegangan uji dari kabel yang sedang diuji menurut persyaratan standar kabel yang bersangkutan.

**Tabel Pengujian Tegangan Kabel Utuh**

No.		Inti kabel yang diuji	Panjang kabel (m)	Dalam air		Tegangan (kV)	Waktu Menit
				Suhu(t)	perendaman		
				(°C)	(jam)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							

## LAMPIRAN 2

**Perhitungan Resistansi Isolasi pada Suhu 20°C**  
**Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Lantai	Inti Kabel	Rumus	Perhitungan
4	Coklat	$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_k$	$R_i = \frac{10}{10^3} 69300 \times 1,74$  = 1205,82 Mohm.km
	Biru		$R_i = \frac{10}{10^3} 24700 \times 1,74$  = 429,78 Mohm.km
	Hijau-kuning		$R_i = \frac{10}{10^3} 10500 \times 1,74$  = 182,70 Mohm.km
5	Coklat		$R_i = \frac{10}{10^3} 15600 \times 1,74$  = 271,44 Mohm.km
	Biru		$R_i = \frac{10}{10^3} 47000 \times 1,74$  = 817,80 Mohm.km
	Hijau-kuning		$R_i = \frac{10}{10^3} 19700 \times 1,74$  = 342,78 Mohm.km
23	Coklat	$R_i = \frac{10}{10^3} 18200 \times 1,74$  = 316,68 Mohm.km	

Lantai	Inti Kabel	Rumus	Perhitungan
23	Biru	$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_k$	$R_i = \frac{10}{10^3} 13700 \times 1,74$ = 238,38 Mohm.km
	Hijau-kuning		$R_i = \frac{10}{10^3} 20600 \times 1,74$ = 358,44 Mohm.km

**Perhitungan Resistansi Isolasi pada suhu 20°C  
Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Lantai	Inti Kabel	Rumus	Perhitungan
2	Coklat	$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_k$	$R_i = \frac{10}{10^3} 35700 \times 1,74$ = 621,18 Mohm.km
	Hitam		$R_i = \frac{10}{10^3} 32800 \times 1,74$ = 588,12 Mohm.km
	Abu		$R_i = \frac{10}{10^3} 2420 \times 1,74$ = 42,10 Mohm.km
	Hijau-kuning		$R_i = \frac{10}{10^3} 12300 \times 1,74$ = 214,02 Mohm.km
9	Coklat		$R_i = \frac{10}{10^3} 9450 \times 1,74$ = 164,43 Mohm.km
	Hitam		$R_i = \frac{10}{10^3} 10600 \times 1,74$ = 184,44 Mohm.km

Lantai	Inti Kabel	Rumus	Perhitungan
9	Abu	$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_k$	$R_i = \frac{10}{10^3} 35100 \times 1,74$ = 610,74 Mohm.km
	Hijau-kuning		$R_i = \frac{10}{10^3} 12300 \times 1,74$ = 214,02 Mohm.km
23	Coklat		$R_i = \frac{10}{10^3} 5200 \times 1,74$ = 90,48 Mohm.km
	Hitam		$R_i = \frac{10}{10^3} 3750 \times 1,74$ = 65,25 Mohm.km
	Abu		$R_i = \frac{10}{10^3} 3250 \times 1,74$ = 56,55 Mohm.km
	Hijau-kuning		$R_i = \frac{10}{10^3} 2580 \times 1,74$ = 44,89 Mohm.km

**Perhitungan Resistansi Isolasi pada suhu 20°C**  
**Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Lantai	Inti Kabel	Rumus	Perhitungan
4	Biru	$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_k$	$R_i = \frac{10}{10^3} 25600 \times 1,74$ = 445,44 Mohm.km
	Coklat		$R_i = \frac{10}{10^3} 23000 \times 1,74$

			= 400,20 Mohm.km
9	Biru		$R_i = \frac{10}{10^3} 17200 \times 1,74$ = 299,28 Mohm.km
	Coklat		$R_i = \frac{10}{10^3} 14000 \times 01,74$ = 243,60 Mohm.km
17	Biru		$R_i = \frac{10}{10^3} 2610 \times 1,74$ = 45,41 Mohm.km
	Coklat		$R_i = \frac{10}{10^3} 23000 \times 1,74$ = 400,20 Mohm.km

## LAMPIRAN 3

## Standar Konstruksi dan KHA Kabel NYM SPLN 42-2:1992

Tabel III. Konstruksi dan KHA Kabel berisolasi dan berselubung PVC tegangan pengenalan 300/500 V

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jumlah inti, Luas penampang penghantar, dan Konstruksi peng- hantar	Penghantar		Tebal			Diameter luar ( d )		Resistans iso- lasi setiap inti terhadap inti/ gabungan inti yang lain pada suhu 20 °C	Resistans isolasi pada suhu 70 °C	Kuat Hantar Arus maksimum pada suhu	
	Jum- lah kawat	Diame- ter kawat	Isola- si no- minal S <sub>1</sub>	lapis- an pem- bung- kus inti S <sub>2</sub>	Selu- bung nomi- nal S <sub>3</sub>	Mini- mum	Maksi- mum			Minimum	Minimum
								buah	mm		
2 x 1,5 re	1	1,38	0,7	0,4	1,2	8,4	10,0	50	0,011	19	16
2 x 1,5 rm	7	0,52	0,7	0,4	1,2	8,4	10,5	50	0,010	19	16
2 x 2,5 re	1	1,78	0,8	0,4	1,2	9,6	11,5	50	0,010	25	22
2 x 2,5 rm	7	0,67	0,8	0,4	1,2	9,6	12,0	50	0,009	25	22
2 x 4 re	1	2,26	0,8	0,4	1,2	10,5	12,5	50	0,0085	34	30
2 x 4 rm	7	0,85	0,8	0,4	1,2	10,5	13,0	50	0,0077	34	30
2 x 6 re	1	2,76	0,8	0,4	1,2	11,5	13,5	50	0,0700	44	39
2 x 6 rm	7	1,04	0,8	0,4	1,2	11,5	14,0	50	0,0065	44	39
2 x 10 re	1	3,57	1,0	0,6	1,4	14,5	16,5	50	0,0070	61	53
2 x 10 rm	7	1,35	1,0	0,6	1,4	15,0	17,5	50	0,0065	61	53
2 x 16 rm	7	1,71	1,0	0,6	1,4	16,5	20,0	40	0,0052	82	71
2 x 25 rm	7	2,13	1,2	0,8	1,4	20,5	24,0	40	0,0050	108	94
2 x 35 rm	7	2,52	1,2	1,0	1,6	23,0	27,5	40	0,0044	134	117
3 x 1,5 re	1	1,38	0,7	0,4	1,2	8,8	10,5	50	0,011	19	16
3 x 1,5 rm	7	0,52	0,7	0,4	1,2	8,8	11,0	50	0,010	19	16
3 x 2,5 re	1	1,78	0,8	0,4	1,2	10,0	12,0	50	0,010	25	22
3 x 2,5 rm	7	0,67	0,8	0,4	1,2	10,0	12,5	50	0,009	25	22
3 x 4 re	1	2,26	0,8	0,4	1,2	11,0	13,0	50	0,0085	34	30
3 x 4 rm	7	0,85	0,8	0,4	1,2	11,0	13,5	50	0,0077	34	30
3 x 6 re	1	2,76	0,8	0,4	1,4	12,5	14,5	50	0,0070	44	39
3 x 6 rm	7	1,04	0,8	0,4	1,4	12,5	15,5	50	0,0065	44	39
3 x 10 re	1	3,57	1,0	0,6	1,4	15,5	17,5	50	0,0070	61	53
3 x 10 rm	7	1,35	1,0	0,6	1,4	15,5	19,0	50	0,0065	61	53
3 x 16 rm	7	1,71	1,0	0,8	1,4	18,0	21,5	40	0,0052	82	71
3 x 25 rm	7	2,13	1,2	0,8	1,6	22,0	26,0	40	0,0050	108	94
3 x 35 rm	7	2,52	1,2	1,0	1,6	24,5	29,0	40	0,0044	134	117

Tabel III. Konstruksi dan KHA Kabel berisolasi dan berselubung PVC tegangan pengenal 300/500 V (Lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jumlah inti, Luas penampang penghantar, dan Konstruksi penghantar	Penghantar		Tebal			Diameter luar		Resistans isolasi setiap inti/ gabungan inti yang lain pada suhu 20 °C	Resistans isolasi pada suhu 70 °C	Kuat Hantar Arus maksimum pada suhu	
	Jumlah kawat	Diameter kawat	Isolasi nominal S <sub>1</sub>	lapisan pembungkus inti S <sub>2</sub>	Selubung nominal S <sub>3</sub>	( d )				Minimum	Minimum
						Minimum	Maksimum	A	A		
	buah	mm	mm	mm	mm	mm	mm	M.Ohm.km	M.Ohm.km	A	A
4 x 1,5 re	1	1,38	0,7	0,4	1,2	9,6	11,5	50	0,011	19	16
4 x 1,5 rm	7	0,52	0,7	0,4	1,2	9,6	12,0	50	0,010	19	16
4 x 2,5 re	1	1,78	0,8	0,4	1,2	11,0	13,0	50	0,010	25	22
4 x 2,5 rm	7	0,67	0,8	0,4	1,2	11,0	13,5	50	0,009	25	22
4 x 4 re	1	2,26	0,8	0,4	1,4	12,0	14,5	50	0,0085	34	30
4 x 4 rm	7	0,85	0,8	0,4	1,4	12,5	15,0	50	0,0077	34	30
4 x 6 re	1	2,76	0,8	0,6	1,4	14,0	16,0	50	0,0070	44	39
4 x 6 rm	7	1,04	0,8	0,6	1,4	14,0	17,0	50	0,0065	44	39
4 x 10 re	1	3,57	1,0	0,6	1,4	16,5	19,0	50	0,0070	61	53
4 x 10 rm	7	1,35	1,0	0,6	1,4	17,0	20,5	50	0,0065	61	53
4 x 16 rm	7	1,71	1,0	0,8	1,4	20,0	23,5	40	0,0052	82	71
4 x 25 rm	7	2,13	1,2	1,0	1,6	24,5	28,5	40	0,0050	108	94
4 x 35 rm	7	2,52	1,2	1,0	1,6	27,0	32,0	40	0,0044	132	117
5 x 1,5 re	1	1,38	0,7	0,4	1,2	10,0	12,0	50	0,011	19	16
5 x 1,5 rm	7	0,52	0,7	0,4	1,2	10,0	12,5	50	0,010	19	16
5 x 2,5 re	1	1,78	0,8	0,4	1,2	11,5	14,0	50	0,010	25	22
5 x 2,5 rm	7	0,67	0,8	0,4	1,2	12,0	14,5	50	0,009	25	22
5 x 4 re	1	2,26	0,8	0,6	1,4	13,5	16,0	50	0,0085	34	30
5 x 4 rm	7	0,85	0,8	0,6	1,4	14,0	17,0	50	0,0077	34	30
5 x 6 re	1	2,76	0,8	0,6	1,4	15,0	17,5	50	0,0070	44	39
5 x 6 rm	7	1,04	0,8	0,6	1,4	15,5	18,5	50	0,0065	44	39
5 x 10 re	1	3,57	1,0	0,6	1,4	18,0	21,0	50	0,0070	61	53
5 x 10 rm	7	1,35	1,0	0,6	1,4	18,5	22,0	50	0,0065	61	53
5 x 16 rm	7	1,71	1,0	0,8	1,6	22,0	26,0	40	0,0052	82	71
5 x 25 rm	7	2,13	1,2	1,0	1,6	27,0	31,5	40	0,0050	108	94
5 x 35 rm	7	2,52	1,2	1,2	1,6	30,0	35,0	40	0,0044	134	117

## LAMPIRAN 4

### Standar Kontruksi dan KHA Kabel NYM SNI 04-2699:1999

Standar Konstruksi dan KHA Kabel NYM

No. of core	Size	Conductor		Wall Thickness		Approx Overall diameter	Approx Net. Weight	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity	Test Voltage
		Construction	No. of wire	Insulation	Sheath			Max Conductor	Min insulation		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(ohm/km)	(M.ohm/km)	(ampere)	(kV)	
4	1,5	re/rm	1/7	0,7	1,2	11,2	174	12,1	50	19	2
4	2,5	re/rm	1/7	0,8	1,2	12,6	246	7,28	50	25	2
4	4	re/rm	1/7	0,8	1,2	14,7	348	4,56	50	34	2
4	6	re/rm	1/7	0,8	1,2	16,6	468	3,03	50	44	2
4	10	re/rm	1/7	1,0	1,4	19,8	722	1,61	50	61	2
4	16	rm	7	1,0	1,4	23,8	1014	1,15	40	82	2
4	25	rm	7	1,2	1,4	28,9	1568	0,73	40	108	2
4	35	rm	7	1,2	1,6	32,4	2059	12,1	40	108	2
5	1,5	re/rm	1/7	0,7	1,2	12,2	207	12,1	50	19	2
5	2,5	re/rm	1/7	0,8	1,2	13,7	293	7,28	50	25	2
5	4	re/rm	1/7	0,8	1,2	16,6	428	4,56	50	34	2
5	6	re/rm	1/7	0,8	1,2	18,6	564	3,03	50	44	2
5	10	re/rm	1/7	1,0	1,4	22,0	878	1,61	50	61	2
5	16	rm	7	1,0	1,4	26,5	1276	1,15	40	82	2
5	25	rm	7	1,2	1,4	32,3	1912	0,73	40	108	2
5	35	rm	7	1,2	1,6	36,3	2540	12,1	40	108	2

Sumber: SNI 04-2699:1999

## LAMPIRAN 5

### Persyaratan Uji Listrik Untuk Kabel Berinsulasi PVC

1	2	3	4	5	6	7	
Nomor Acuan	Pengujian	Satuan	Voltase pengenal kabel			Metode uji diuraikan dalam	
			300/380 V	300/500 V	450/750 V	SNI/IEEC	Sub ayat
1	Pengukuran Resistans Konduktor					60227-2	2.1
1.1	Nilai yang harus didapat, Maksimum		Lihat IEC 60228 dan spesifikasi khusus (60227-3,60227-4,dan seterusnya)				
2	Uji voltase untuk kabel utuh					60227-2	2.2
2.1	Kondisi Uji - panjang sampel maksimum - periode perendaman dalam air minimum - suhu air	m jam °C	10 1 20 ± 5	10 1 20 ± 5	10 1 20 ± 5		
2.2	Voltase yang diterapkan	V	2000	2000	2500		
2.3	Durasi setiap penerapan voltase minimum	menit	5	5	5		
2.4	Hasil yang harus didapat	Tidak boleh tembus					
3	Uji voltase pada inti					Bagian 2	2.3
3.1	Kondisi uji - panjang sampel - periode perendaman dalam air minimum - suhu air	m jam °C	5 1 20 ± 5	5 1 20 ± 5	5 1 20 ± 5		

Sumber: SNI 6629.1,2011:13

**LAMPIRAN 6**  
**Faktor Koreksi Suhu 20°C**

**SPLN 42-2:1992**

---

*Tabel IV. Faktor koreksi suhu untuk resistans isolasi*

Suhu °C	Faktor koreksi
10	0,55
11	0,57
12	0,60
13	0,63
14	0,66
15	0,70
16	0,74
17	0,79
18	0,85
19	0,92
20	1,0
21	1,11
22	1,24
23	1,39
24	1,55
25	1,74
26	1,96
27	2,22
28	2,52
29	2,87
30	3,25
31	3,75
32	4,25
33	4,90
34	5,60
35	6,45

## LAMPIRAN 7

### Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Menurut Permen No.12 Tahun 2015

- (2) Pemeliharaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) wajib dilakukan pada penggunaan untuk kegiatan pembangkitan, transmisi, distribusi dan pemanfaatan listrik.
- (3) Perencanaan, pemasangan, perubahan, dan pemeliharaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) dilakukan oleh:
  - a. Ahli K3 bidang Listrik pada Perusahaan; atau
  - b. Ahli K3 bidang Listrik pada PJK3.
- (4) Dalam hal kegiatan yang dilaksanakan berupa pemasangan dan pemeliharaan pada pembangkitan, transmisi, distribusi dan pemanfaatan listrik, dapat dilakukan oleh:
  - a. Teknisi K3 Listrik pada perusahaan; atau
  - b. Teknisi K3 Listrik pada PJK3.

#### Pasal 7

Untuk perusahaan yang memiliki pembangkitan listrik lebih dari 200 (dua ratus) kilo Volt-Ampere wajib mempunyai Ahli K3 bidang Listrik.

#### Pasal 8

Ketentuan dan tata cara penunjukan PJK3, Ahli K3 bidang Listrik dan Teknisi K3 Listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 dan Pasal 7 dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

### BAB IV PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN

#### Pasal 9

- (1) Pemeriksaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (1) huruf b merupakan kegiatan penilaian dan pengukuran terhadap instalasi, perlengkapan dan peralatan listrik untuk memastikan terpenuhinya standar bidang kelistrikan dan ketentuan peraturan perundang-undangan
- (2) Pengujian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (1) huruf b merupakan kegiatan penilaian, perhitungan, pengetesan dan pengukuran terhadap instalasi, perlengkapan dan peralatan listrik untuk memastikan terpenuhinya standar bidang kelistrikan dan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (3) Pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) wajib dilakukan pada perencanaan, pemasangan, penggunaan, perubahan, dan pemeliharaan untuk kegiatan pembangkitan, transmisi, distribusi dan pemanfaatan listrik.

- (4) Pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) mengacu kepada standar bidang kelistrikan dan peraturan perundang-undangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5.

#### Pasal 10

- (1) Pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) dan ayat (2) dilakukan oleh:
- a. Pengawas Ketenagakerjaan Spesialis K3 Listrik;
  - b. Ahli K3 bidang Listrik pada Perusahaan; dan/atau
  - c. Ahli K3 bidang Listrik pada PJK3.
- (2) Pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan:
- a. sebelum penyerahan kepada pemilik/pengguna;
  - b. setelah ada perubahan/perbaikan; dan
  - c. secara berkala.
- (3) Hasil pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a dan huruf b yang dilakukan oleh Pengawas Ketenagakerjaan Spesialis K3 Listrik dan Ahli K3 bidang Listrik pada PJK3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dan huruf c digunakan sebagai bahan pertimbangan penerbitan pengesahan dan/atau pembinaan dan/atau tindakan hukum.
- (4) Hasil pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a dan huruf b yang dilakukan oleh Ahli K3 bidang Listrik pada Perusahaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b digunakan sebagai bahan pertimbangan pembinaan dan/atau tindakan hukum oleh Pengawas Ketenagakerjaan.
- (5) Pengesahan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) diterbitkan oleh Kepala Dinas Provinsi.

#### Pasal 11

- (1) Pemeriksaan secara berkala sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 ayat (2) huruf c dilakukan paling sedikit 1 (satu) tahun sekali.
- (2) Pengujian secara berkala sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 ayat (2) huruf c dilakukan paling sedikit 5 (lima) tahun sekali.
- (3) Hasil pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) harus dilaporkan kepada Kepala Dinas Provinsi.
- (4) Hasil pemeriksaan dan pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) digunakan sebagai bahan pertimbangan pembinaan dan/atau tindakan hukum oleh Pengawas Ketenagakerjaan

#### Pasal 12

Perusahaan yang menggunakan perlengkapan dan peralatan listrik wajib menggunakan perlengkapan dan peralatan listrik yang telah mempunyai sertifikat yang diterbitkan oleh lembaga atau instansi yang berwenang.

## LAMPIRAN 8

### Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung Menurut UU No.28 Tahun 2002

- (2) Persyaratan penampilan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) harus memperhatikan bentuk dan karakteristik arsitektur dan lingkungan yang ada di sekitarnya.
- (3) Persyaratan tata ruang dalam bangunan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) harus memperhatikan fungsi ruang, arsitektur bangunan gedung, dan keandalan bangunan gedung.
- (4) Persyaratan keseimbangan, keserasian, dan keselarasan bangunan gedung dengan lingkungannya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) harus mempertimbangkan terciptanya ruang luar bangunan gedung, ruang terbuka hijau yang seimbang, serasi, dan selaras dengan lingkungannya.
- (5) Ketentuan mengenai penampilan bangunan gedung, tata ruang dalam, keseimbangan, dan keselarasan bangunan gedung dengan lingkungannya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), ayat (3), dan ayat (4) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

#### Paragraf 4

##### Persyaratan Pengendalian Dampak Lingkungan

#### Pasal 15

- (1) Penerapan persyaratan pengendalian dampak lingkungan hanya berlaku bagi bangunan gedung yang dapat menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan.
- (2) Persyaratan pengendalian dampak lingkungan pada bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

#### Bagian Keempat

##### Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung

#### Paragraf 1

##### Umum

#### Pasal 16

- (1) Persyaratan keandalan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (3), meliputi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan.
- (2) Persyaratan keandalan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) ditetapkan berdasarkan fungsi bangunan gedung.

#### Paragraf 2

##### Persyaratan Keselamatan

#### Pasal 17

- (1) Persyaratan keselamatan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 ayat (1) meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan, serta kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir.
- (2) Persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatannya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh dalam mendukung beban muatan.

- (3) Persyaratan kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan kemampuan bangunan gedung untuk melakukan pengamanan terhadap bahaya kebakaran melalui sistem proteksi pasif dan/atau proteksi aktif.
- (4) Persyaratan kemampuan bangunan gedung dalam mencegah bahaya petir sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan kemampuan bangunan gedung untuk melakukan pengamanan terhadap bahaya petir melalui sistem penangkal petir.

#### Pasal 18

- (1) Persyaratan kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh dalam mendukung beban muatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (2) merupakan kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban muatan hidup dan beban muatan mati, serta untuk daerah/zona tertentu kemampuan untuk mendukung beban muatan yang timbul akibat perilaku alam.
- (2) Besarnya beban muatan dihitung berdasarkan fungsi bangunan gedung pada kondisi pembebanan maksimum dan variasi pembebanan agar bila terjadi keruntuhan pengguna bangunan gedung masih dapat menyelamatkan diri.
- (3) Ketentuan mengenai pembebanan, ketahanan terhadap gempa bumi dan/atau angin sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

#### Pasal 19

- (1) Pengamanan terhadap bahaya kebakaran dilakukan dengan sistem proteksi pasif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) meliputi kemampuan stabilitas struktur dan elemennya, konstruksi tahan api, kompartemenisasi dan pemisahan, serta proteksi pada bukaan yang ada untuk menahan dan membatasi kecepatan menjalarnya api dan asap kebakaran.
- (2) Pengamanan terhadap bahaya kebakaran dilakukan dengan sistem proteksi aktif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) meliputi kemampuan peralatan dalam mendeteksi dan memadamkan kebakaran, pengendalian asap, dan sarana penyelamatan kebakaran.
- (3) Bangunan gedung, selain rumah tinggal, harus dilengkapi dengan sistem proteksi pasif dan aktif.
- (4) Ketentuan mengenai sistem pengamanan bahaya kebakaran sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

#### Pasal 20

- (1) Pengamanan terhadap bahaya petir melalui sistem penangkal petir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (4) merupakan kemampuan bangunan gedung untuk melindungi semua bagian bangunan gedung, termasuk manusia di dalamnya terhadap bahaya sambaran petir.
- (2) Sistem penangkal petir sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan instalasi penangkal petir yang harus dipasang pada setiap

- bangunan gedung yang karena letak, sifat geografis, bentuk, dan penggunaannya mempunyai risiko terkena sambaran petir.
- (3) Ketentuan mengenai sistem penangkal petir sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

**Paragraf 3**  
**Persyaratan Kesehatan**

**Pasal 21**

Persyaratan kesehatan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 ayat (1) meliputi persyaratan sistem penghawaan, pencahayaan, sanitasi, dan penggunaan bahan bangunan gedung.

**Pasal 22**

- (1) Sistem penghawaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 merupakan kebutuhan sirkulasi dan pertukaran udara yang harus disediakan pada bangunan gedung melalui bukaan dan/atau ventilasi alami dan/atau ventilasi buatan.
- (2) Bangunan gedung tempat tinggal, pelayanan kesehatan, pendidikan, dan bangunan pelayanan umum lainnya harus mempunyai bukaan untuk ventilasi alami.
- (3) Ketentuan mengenai sistem penghawaan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

**Pasal 23**

- (1) Sistem pencahayaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 merupakan kebutuhan pencahayaan yang harus disediakan pada bangunan gedung melalui pencahayaan alami dan/atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat.
- (2) Bangunan gedung tempat tinggal, pelayanan kesehatan, pendidikan, dan bangunan pelayanan umum lainnya harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami.
- (3) Ketentuan mengenai sistem pencahayaan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

**Pasal 24**

- (1) Sistem sanitasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 merupakan kebutuhan sanitasi yang harus disediakan di dalam dan di luar bangunan gedung untuk memenuhi kebutuhan air bersih, pembuangan air kotor dan/atau air limbah, kotoran dan sampah, serta penyaluran air hujan.
- (2) Sistem sanitasi pada bangunan gedung dan lingkungannya harus dipasang sehingga mudah dalam pengoperasian dan pemeliharannya, tidak membahayakan serta tidak mengganggu lingkungan.
- (3) Ketentuan mengenai sistem sanitasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

- (1) Penggunaan bahan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 harus aman bagi kesehatan pengguna bangunan gedung dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.
- (2) Ketentuan mengenai penggunaan bahan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

Paragraf 4  
Persyaratan Kenyamanan

Pasal 26

- (1) Persyaratan kenyamanan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 ayat (1) meliputi kenyamanan ruang gerak dan hubungan antarruang, kondisi udara dalam ruang, pandangan, serta tingkat getaran dan tingkat kebisingan.
- (2) Kenyamanan ruang gerak sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan tingkat kenyamanan yang diperoleh dari dimensi ruang dan tata letak ruang yang memberikan kenyamanan bergerak dalam ruangan.
- (3) Kenyamanan hubungan antarruang sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan tingkat kenyamanan yang diperoleh dari tata letak ruang dan sirkulasi antarruang dalam bangunan gedung untuk terselenggaranya fungsi bangunan gedung.
- (4) Kenyamanan kondisi udara dalam ruang sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan tingkat kenyamanan yang diperoleh dari temperatur dan kelembaban di dalam ruang untuk terselenggaranya fungsi bangunan gedung.
- (5) Kenyamanan pandangan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan kondisi dimana hak pribadi orang dalam melaksanakan kegiatan di dalam bangunan gedungnya tidak terganggu dari bangunan gedung lain di sekitarnya.
- (6) Kenyamanan tingkat getaran dan kebisingan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan tingkat kenyamanan yang ditentukan oleh suatu keadaan yang tidak mengakibatkan pengguna dan fungsi bangunan gedung terganggu oleh getaran dan/atau kebisingan yang timbul baik dari dalam bangunan gedung maupun lingkungannya.
- (7) Ketentuan mengenai kenyamanan ruang gerak, tata hubungan antarruang, tingkat kondisi udara dalam ruangan, pandangan, serta tingkat getaran dan kebisingan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2), ayat (3), ayat (4), ayat (5), dan ayat (6) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

Paragraf 5  
Persyaratan Kemudahan

Pasal 27

- (1) Persyaratan kemudahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 ayat (1) meliputi kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana dalam pemanfaatan bangunan gedung.

- (2) Kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi tersedianya fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, dan nyaman termasuk bagi penyandang cacat dan lanjut usia.
- (3) Kelengkapan prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) pada bangunan gedung untuk kepentingan umum meliputi penyediaan fasilitas yang cukup untuk ruang ibadah, ruang ganti, ruangan bayi, toilet, tempat parkir, tempat sampah, serta fasilitas komunikasi dan informasi.
- (4) Ketentuan mengenai kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) dan ayat (3) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

#### Pasal 28

- (1) Kemudahan hubungan horizontal antarruang dalam bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 27 ayat (2) merupakan keharusan bangunan gedung untuk menyediakan pintu dan/atau koridor antar ruang.
- (2) Penyediaan mengenai jumlah, ukuran dan konstruksi teknis pintu dan koridor disesuaikan dengan fungsi ruang bangunan gedung.
- (3) Ketentuan mengenai kemudahan hubungan horizontal antarruang dalam bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

#### Pasal 29

- (1) Kemudahan hubungan vertikal dalam bangunan gedung, termasuk sarana transportasi vertikal sebagaimana dimaksud dalam Pasal 27 ayat (2) berupa penyediaan tangga, ram, dan sejenisnya serta lift dan/atau tangga berjalan dalam bangunan gedung.
- (2) Bangunan gedung yang bertingkat harus menyediakan tangga yang menghubungkan lantai yang satu dengan yang lainnya dengan mempertimbangkan kemudahan, keamanan, keselamatan, dan kesehatan pengguna.
- (3) Bangunan gedung untuk parkir harus menyediakan ram dengan kemiringan tertentu dan/atau sarana akses vertikal lainnya dengan mempertimbangkan kemudahan dan keamanan pengguna sesuai standar teknis yang berlaku.
- (4) Bangunan gedung dengan jumlah lantai lebih dari 5 (lima) harus dilengkapi dengan sarana transportasi vertikal (lift) yang dipasang sesuai dengan kebutuhan dan fungsi bangunan gedung.
- (5) Ketentuan mengenai kemudahan hubungan vertikal dalam bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), ayat (3), dan ayat (4) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

## LAMPIRAN 9

### Persyaratan Keandalan Bangunan Gedung Menurut PP No.6 Tahun 2005

Bagian Keempat  
Persyaratan Keandalan  
Bangunan Gedung

Paragraf 1

Umum

Pasal 31

Persyaratan keandalan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) meliputi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan.

Paragraf 2

Persyaratan Keselamatan

Pasal 32

Persyaratan keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan, serta kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir.

Pasal 33

(1) Setiap bangunan gedung, strukturnya harus direncanakan kuat/kokoh, dan stabil dalam memikul beban/kombinasi beban dan memenuhi persyaratan kelayakan (*serviceability*) selama umur layanan yang direncanakan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan gedung, lokasi, keawetan, dan kemungkinan pelaksanaan konstruksinya.

(2) Kemampuan . . .

- (2) Kemampuan memikul beban diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa dan angin.
- (3) Dalam perencanaan struktur bangunan gedung terhadap pengaruh gempa, semua unsur struktur bangunan gedung, baik bagian dari sub struktur maupun struktur gedung, harus diperhitungkan memikul pengaruh gempa rencana sesuai dengan zona gempanya.
- (4) Struktur bangunan gedung harus direncanakan secara daktail sehingga pada kondisi pembebanan maksimum yang direncanakan, apabila terjadi keruntuhan kondisi strukturnya masih dapat memungkinkan pengguna bangunan gedung menyelamatkan diri.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai pembebanan, ketahanan terhadap gempa bumi dan/atau angin, dan perhitungan strukturnya mengikuti pedoman dan standar teknis yang berlaku.

#### Pasal 34

- (1) Setiap bangunan gedung, kecuali rumah tinggal tunggal dan rumah deret sederhana, harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran dengan sistem proteksi pasif dan proteksi aktif.
- (2) Penerapan sistem proteksi pasif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) didasarkan pada fungsi/klasifikasi risiko kebakaran, geometri ruang, bahan bangunan terpasang, dan/atau jumlah dan kondisi penghuni dalam bangunan gedung.
- (3) Penerapan sistem proteksi aktif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) didasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan, dan/atau jumlah dan kondisi penghuni dalam bangunan gedung.
- (4) Setiap . . .

- (4) Setiap bangunan gedung dengan fungsi, klasifikasi, luas, jumlah lantai, dan/atau dengan jumlah penghuni tertentu harus memiliki unit manajemen pengamanan kebakaran.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem proteksi pasif dan proteksi aktif serta penerapan manajemen pengamanan kebakaran mengikuti pedoman dan standar teknis yang berlaku.

#### Pasal 35

- (1) Setiap bangunan gedung yang berdasarkan letak, sifat geografis, bentuk, ketinggian, dan penggunaannya berisiko terkena sambaran petir harus dilengkapi dengan instalasi penangkal petir.
- (2) Sistem penangkal petir yang dirancang dan dipasang harus dapat mengurangi secara nyata risiko kerusakan yang disebabkan sambaran petir terhadap bangunan gedung dan peralatan yang diproteksinya, serta melindungi manusia di dalamnya.
- (3) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara perencanaan, pemasangan, pemeliharaan instalasi sistem penangkal petir mengikuti pedoman dan standar teknis yang berlaku.

#### Pasal 36

- (1) Setiap bangunan gedung yang dilengkapi dengan instalasi listrik termasuk sumber daya listriknya harus dijamin aman, andal, dan akrab lingkungan.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara perencanaan, pemasangan, pemeriksaan dan pemeliharaan instalasi listrik mengikuti pedoman dan standar teknis yang berlaku.

Pasal 37 . . .

#### Pasal 37

- (1) Setiap bangunan gedung untuk kepentingan umum, atau bangunan gedung fungsi khusus harus dilengkapi dengan sistem pengamanan yang memadai untuk mencegah terancamnya keselamatan penghuni dan harta benda akibat bencana bahan peledak.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara perencanaan, pemasangan, pemeliharaan instalasi sistem pengamanan mengikuti pedoman dan standar teknis yang berlaku.

#### Paragraf 3 Persyaratan Kesehatan

#### Pasal 38

Persyaratan kesehatan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 meliputi persyaratan sistem penghawaan, pencahayaan, sanitasi, dan penggunaan bahan bangunan gedung.

#### Pasal 39

- (1) Untuk memenuhi persyaratan sistem penghawaan, setiap bangunan gedung harus mempunyai ventilasi alami dan/atau ventilasi mekanik/buatan sesuai dengan fungsinya.
- (2) Bangunan gedung tempat tinggal, bangunan gedung pelayanan kesehatan khususnya ruang perawatan, bangunan gedung pendidikan khususnya ruang kelas, dan bangunan pelayanan umum lainnya harus mempunyai bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela dan/atau bukaan permanen yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami.

Pasal 40 . . .

## Pasal 40

- (1) Ventilasi alami sebagaimana dimaksud dalam Pasal 39 ayat (1) harus memenuhi ketentuan bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela, sarana lain yang dapat dibuka dan/atau dapat berasal dari ruangan yang bersebelahan untuk memberikan sirkulasi udara yang sehat.
- (2) Ventilasi mekanik/buatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 39 ayat (1) harus disediakan jika ventilasi alami tidak dapat memenuhi syarat.
- (3) Penerapan sistem ventilasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) harus dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip penghematan energi dalam bangunan gedung.
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi alami dan mekanik/buatan pada bangunan gedung mengikuti pedoman dan standar teknis yang berlaku.

## Pasal 41

- (1) Untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan, setiap bangunan gedung harus mempunyai pencahayaan alami dan/atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya.
- (2) Bangunan gedung tempat tinggal, pelayanan kesehatan, pendidikan, dan bangunan pelayanan umum harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami.
- (3) Pencahayaan alami sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung.

(4) Pencahayaan . . .

## LAMPIRAN 10

### Spesifikasi Alat Ukur Megger

**Megger.**

**S1-554/2 and S1-1054/2**  
5 kV and 10 kV Insulation Resistance Testers

## S1-554/2 and S1-1054/2 5 kV and 10 kV Insulation Resistance Testers



- CAT IV 600 V
- Mains or battery powered
- Digital/analogue backlit display
- Variable test voltage from 50 to 5000 or 10,000 V
- Automatic IR, PI, DAR, SV and DD tests
- Measures to 15 TΩ (5 kV) and 35 TΩ (10 kV)
- Charge current: 5 mA
- 4 mA noise rejection and software filtering
- RS232 and USB download of results to Megger Download Manager
- On board memory for results storage

#### ORDERING INFORMATION

Item (Qty)	Order Code	Item (Qty)	Order Code
5 kV insulation resistance tester	S1-554/2		
10 kV insulation resistance tester	S1-1054/2		
<b>Included Accessories</b>			
3 m lead set medium insulated clips	1002-531		
User guide on CD-ROM	2000-213		
RS232 cable	25955-025		
USB cable	25970-041		
3 x 3 m lead set large insulated clips (S1-1054/2 only)	1002-534		
<b>Optional Accessories</b>			
<b>HV test lead sets</b>			
5 m leadset x 3, medium insulated clips*	1002-641		
8 m leadset x 3, medium insulated clips	1002-642		
10 m leadset x 3, medium insulated clips	1002-643		
15 m leadset x 3, medium insulated clips	1002-644		
5 m leadset x 3, large insulated clips*	1002-645		
8 m leadset x 3, large insulated clips	1002-646		
10 m leadset x 3, large insulated clips	1002-647		
15 m leadset x 3, large insulated clips	1002-648		
*These test leads may also be supplied in non-standard lengths to suit a particular application / requirement. Please contact Megger for a quotation, minimum order quantities may apply.			
3 m leadset x 3, bare compact clips	8101-181		
8 m leadset x 3, bare compact clips	8101-182		
15 m leadset x 3, compact bare clips	8101-183		
<b>1 kV test lead sets</b>			
2 x 3 m control circuit, small insulated clips	6220-822		
<b>Screened HV test leads</b>			
1 x 3 m, 5 kV screened un-insulated compact clips		6220-835	
1 x 15 m, 5 kV screened un-insulated compact clips		6311-080	
1 x 3 m, 10 kV screened un-insulated compact clip		6220-834	
1 x 10 m, 10 kV screened un-insulated compact clip		6220-861	
1 x 15 m, 10 kV screened un-insulated compact clip		6220-833	
<b>Other</b>			
CB101, 5 kV calibration box		6311-077	
Calibration certificate - CB101		1000-113	
UKAS calibration certificate CB101		1000-047	

## LAMPIRAN 11

### Spesifikasi HV Test



# AC Dielectric Test Sets

## High Voltage AC Test Systems

■ **Hipotronics** standard line of AC Test Systems are designed to perform high voltage AC tests on electrical apparatus in accordance with IEC60, IEEE 4 and IEC 270 and other national test standards. A variety of mechanical configurations are available to suit different installation conditions. Some models can be supplied in mobile versions for instances where it is difficult to move the test object to the test area.

Hipotronics AC Dielectric Test Sets are available in a wide range of voltage and power ratings with exceptional reliability, durability and functionality. No matter what your requirement, Hipotronics has an affordably priced, highly reliable test solution to meet your needs.

### FEATURES

- ☑ **Continuously adjustable test output voltage**
- ☑ **Designed** to operate from 10% to 100% of the maximum rated output voltage
- ☑ **Easily accessible** meter recalibration access
- ☑ **Adjustable Overload** from 10 to 110% of rated current output
- ☑ **Backup Breaker** overload safety situation
- ☑ **Output Connected** voltmeter and ammeter
- ☑ **Zero start interlock** ensures that the voltage control is at a minimum before HV can be energized
- ☑ **Rated current** available from zero to rated voltage

### 2kVA Power Rating

General	705-2	710-2	715-2	730-2	750-2
Input Voltage	120V, 60Hz –A version 230V, 50Hz –B version				
Max Output Voltage	5kV AC	10kV AC	15kV AC	30kV AC	50kV AC
Output Current	400mA	200mA	133mA	67mA	40mA
Output Connection	Shielded Cable Output			Epoxy Output Bushing	
Metering	4.5" analog meters, ±2% full scale accuracy				
Duty Cycle	2kVA 1 hr. ON, 1 hr. OFF/ Continuous @ 1.2kVA			2kVA 1 hr. ON, 1 hr. OFF/Continuous N/A	
Control Dimensions	21.25"W x 15"H x 15.625"D (540mm x 381mm x 391mm)				
Control Weights	Net 95lbs (43kg)			Net 70lbs (32kg)	
High Voltage Dimensions	In Controller			12"W x 12"H x 11"D (305 x 305 x 279mm)	14"W x 14"H x 12"D (356 x 356 x 305mm)
High Voltage Weight	In Controller			Net 60lbs (27kg)	Net 72lbs (33kg)
Regulator Dimensions	In Controller				
Regulator Weight	In Controller				

Note: Dimensions and Weights are Approximate

## LAMPIRAN 12

## Instruksi Kerja Pengujian Jenis Kabel NYM

<b>Uji PENGUJIAN JENIS KABEL NYM</b>	No. Dokumen : A201DP1102 Revisi : 8 Halaman : 1 dari 2
--	--

1. Jumlah contoh : ± 50 meter

2. Pengambilan contoh : Peminta jasa atau pihak lain yang berkepentingan.

3. Standar uji :

- SPLN 42-2 (1992) : Kabel berisolasi dan berselubung PVC tegangan pengenal 300/500 V (NYM).
- IEC Publ. 60227-4 (1997) : Polyvinyl chloride insulated cable of rated voltages up to and including 450/750 V.  
Part 4 : Sheathed cables for fixed wiring
- SNI 04-6629.4 (2006) : Kabel berinsulasi PVC dengan tegangan pengenal sampai dengan 450/750 V  
Bagian 4 : Kabel berselubung untuk perkawatan magun

4. Mata uji

Pengujian jenis kabel NYM dilaksanakan dengan mata uji dan instruksi kerja seperti pada tabel berikut :

No.	Mata Uji	SPLN	IEC	SNI	Instruksi Kerja
1.	Uji listrik	X	X	X	A201K030603
1.1	Resistans konduktor	X	X	X	A201K030601
1.2	Uji tegangan pada inti kabel	X	X	X	A201K030601
1.3	Uji tegangan pada kabel utuh pada 2000 V	X	X	X	
1.4	Resistans insulasi pada 70 °C	X	X	X	
1.5	Resistans insulasi pada 20 °C	X	X	X	
2.	Ketentuan mencakup karakteristik konstruksi dan dimensi				
2.1	Pemeriksaan kesesuaian dengan ketentuan konstruksi	X	X	X	
2.2	Pengukuran tebal insulasi	X	X	X	
2.3	Pengukuran tebal selubung	X	X	X	
2.4	Pengukuran diameter total	X	X	X	
2.4.1	Nilai rata-rata	X	X	X	
2.4.2	Keovalan				
3.	Sifat mekanis dari insulasi		X	X	X
3.1	Uji tarik dan pemuluran sebelum penuaan		X	X	X
3.2	Uji tarik dan pemuluran sesudah penuaan		X	X	X
3.3	Uji susut massa		X	X	X

Disetujui :

Paraf:

**PRENDALI**

Scanned by CamScanner

LABORATORIUM PENGUJIAN	INSTRUKSI KERJA PENGUJIAN RESISTANS ISOLASI PADA KABEL UTUH	No. Dokumen	A201/K020604
		Revisi Halaman	5 1 dari 2

### 1. TUJUAN

Untuk melaksanakan pengukuran nilai resistans isolasi antar inti pada kabel tegangan rendah.

### 2. REFERENSI

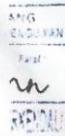
- SPLN 39-1 : 1981 : Metode pengujian kabel listrik.
- SNI 04-3893 : 1995 : Metode pengujian kabel listrik.
- SNI 04-6629.2-2006 : Kabel berinsulasi PVC dengan tegangan pengenal sampai dengan 450,750 V – Bagian 2: Metode uji

### 3. PERSIAPAN

- a) Siapkan blangko uji No. A201BU0501.
- b) Siapkan alat ukur berikut :
  - Thermometer.
  - Alat ukur resistans isolasi (Megger) tegangan DC 50 s/d 500 V sesuai manual alat No. A201MA20.
  - Stop watch.
  - Bak air.
- c) Siapkan contoh uji pada seluruh panjang kabel yang diterima.
- d) Kupas selubung dan lapisan pembungkus inti kabel pada kedua ujungnya sepanjang kira-kira 100 mm dan renggangkan inti-intinya.
- e) Kupas isolasi kabel sepanjang kira-kira 20 mm pada salah satu ujungnya.
- f) Untuk kabel tanpa perisai logam dan atau tanpa pelindungan listrik, rendamkan contoh uji dalam air pada suhu  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama minimum 2 jam, dan kedua ujungnya menonjol dan permukaan air 25 cm dan untuk kabel berperisai dan atau berpelindung listrik lakukan pengujian diudara.

### 4. PELAKSANAAN

- a) Catat hasil uji suhu air / udara, dan panjang contoh uji pada blangko uji No. A201BU0501 tersebut.
- b) Untuk contoh uji yang direndam dalam air, setelah lama perendaman dicapai, pasang palantas negatif alat ukur resistans (sesuai manual alat No. A201MA20) pada salah satu inti dan inti lainnya digabungkan dan dihubungkan dengan air pada palantas positif alat ukur.
- c) Untuk contoh uji yang tidak direndam, pasang palantas negatif alat ukur resistans (sesuai manual alat No. A201MA20) pada salah satu inti dan inti lainnya digabungkan dengan perisai logam atau pelindung listrik.
- d) Operasikan alat ukur resistans pada tegangan 500 V minimum selama 1menit.
- e) Lakukan langkah 4. a. sampai 4. d. untuk inti lainnya.
- f) Biarkan contoh uji pada kondisi tersebut (direndam atau diudara), untuk pengujian selanjutnya (uji tegangan kabel utuh).



LABORATORIUM PENGUJIAN	INSTRUKSI KERJA PENGUJIAN RESISTANS ISOLASI PADA KABEL UTUH	No. Dokumen : A2011K030604 Revisi : 5 Halaman : 2 dari 2
---------------------------	---	--

#### 4.1 Nilai resistans isolasi

Hitung nilai resistans isolasi pada suhu 20 °C dengan rumus sebagai berikut :

$$R_i = \frac{L}{10^3} R_t \times f_K$$

dimana :  $R_i$  = Resistans isolasi pada suhu 20 °C per satuan panjang (Mohm.km).

$f_K$  = faktor koreksi pengukuran ke suhu 20 °C.

$L$  = panjang contoh uji (meter).

$R_t$  = Resistans isolasi pada t °C (Mohm).

NG  
PENGUJIAN  
Pusat

LABORATORIUM PENGUJIAN	INSTRUKSI KERJA PENGUJIAN TEGANGAN PADA KABEL UTUH	No. Dokumen : A201IK030601 Revisi : 5 Halaman : 1 dari 2
---------------------------	--	--

### 1. TUJUAN

Instruksi kerja ini disusun sebagai petunjuk rinci untuk melaksanakan pengujian ketahanan isolasi pada kabel utuh terhadap tegangan.

### 2. REFERENSI

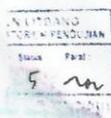
- SPLN 39-1 : 1981 : Metode pengujian kabel listrik
- IEC 60227-2 (2003-04) : Polyvinyl chloride insulation cable of rated voltage  
Amd. 1 : 1988 up to and including 450/750 V  
Part 2 : Test methods
- SNI 04-6629.2-2006 : Kabel berinsulasi PVC dengan tegangan pengenalan sampai dengan  
450/750 V – Bagian 2: Metode uji
- SNI 04-3893:1995 : Metode pengujian kabel listrik.

### 3. PERSIAPAN

- a) Siapkan blangko uji A201BU0501.
- b) Siapkan alat uji / ukur berikut :
  - Alat uji tegangan sesuai manual alat No. A201MA21.
  - Bak air.
  - Alat ukur resistans isolasi (megger) sesuai manual alat No. A201MA20
  - Stop watch.
- c) Bila contoh uji tidak dikenakan pengujian resistans isolasi pada kabel utuh. Lakukan persiapan untuk menguji ini seperti pada pengujian resistans isolasi kabel utuh sesuai instruksi kerja No. A201IK030604.
- d) Untuk kabel yang dikenakan pengujian resistans pada kabel utuh, pengujian ini dapat digunakan sebagai kelanjutan dari uji resistans isolasi pada kabel utuh.
- e) Kupas selubung dan lapisan pembungkus inti kabel pada kedua ujungnya sepanjang kira-kira 100 mm dan renggangkan inti-intinya.
- f) Kupas isolasi kabel sepanjang kira-kira 20 mm pada salah satu ujung kabel.
- g) Masukkan contoh uji ke dalam ruang uji tegangan.

### 4. PELAKSANAAN

- a) Catat hasil pengujian tegangan dari setiap inti ke dalam blangko uji No. A201BU0501.
- b) Sebelum dilakukan pengujian tegangan ukur resistans isolasi antara inti kabel sesuai instruksi kerja No. A201MA030604
- c) Pilih / tentukan salah satu inti kabel yang akan diuji tegangan, kemudian inti-inti kabel yang lain dan perisai logam digabung serta dihubungkan dengan elektrode bumi.
- d) Pasang penjepit sumber tegangan dari alat uji tegangan AC pada inti kabel yang telah ditentukan.



LABORATORIUM PENGUJIAN	INSTRUKSI KERJA PENGUJIAN TEGANGAN PADA KABEL UTUH	No Dokumen : A201IK030601 Revisi : 5 Halaman : 2 dari 2
---------------------------	--	---

- e) Tutup pintu ruang uji tegangan.
- f) Operasikan alat uji tegangan sesuai manual alat No. A201MA21 dan sesuaikan dengan tegangan uji dari kabel yang sedang diuji menurut persyaratan standar kabel yang bersangkutan
- g) Lakukan tahapan c s/d f terhadap inti yang sama.

Catatan :

Untuk kabel inti tunggal tanpa perisai logam, lakukan tahapan a dan b, contoh uji direndam dalam bak air dengan kondisi elektrode bumi digabung ke air

NO  
PENGUJIAN  
Per. M.  
*W*

## LAMPIRAN 13

### Validasi Data Pengujian Tahanan Isolasi



PT. PLN(Persero)  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN  
(RESEARCH INSTITUTE)

LOKASI : LABORATORIUM TEGANGAN RENDAH

TANGGAL: 27 JULI 2017

#### PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI KABEL

Tabel Pengujian Resistans Insulasi Kabel 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Lantai	Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
		Suhu(t)	perendaman	(Rt)
		(°C)	(jam)	(Mohm)
4	coklat	25	1	69300
	Biru	25	1	24700
	hijau-kuning	25	1	10500
5	coklat	25	1	15600
	Biru	25	1	47000
	hijau-kuning	25	1	19700
23	coklat	25	1	18200
	Biru	25	1	13700
	hijau-kuning	25	1	20600

Penguji  
  
Arman Mulia

Mengetahui  
Instruktur Lapangan  
  
Randy Ivan



PT. PLN (Persero)  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN  
(RESEARCH INSTITUTE)

LOKASI : LABORATORIUM TEGANGAN RENDAH

TANGGAL: 27 JULI 2017

**Tabel Pengujian Resistans Insulasi Kabel NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>**

Lantai	Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
		Suhu(t)	perendaman	(Rt)
		(°C)	(jam)	(Mohm)
2	coklat	25	1	35700
	hitam	25	1	32800
	Abu	25	1	2420
	hijau-kuning	25	1	12300
9	coklat	25	1	9450
	hitam	25	1	10600
	Abu	25	1	35100
	hijau-kuning	25	1	12300
23	coklat	25	1	5200
	hitam	25	1	3750
	Abu	25	1	3250
	hijau-kuning	25	1	2580

Penguji

  
Arman Mulia

Mengetahui

Instruktur Lapangan

  
Randy Ivan



PT. PLN(Persero)  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN  
(RESEARCH INSTITUTE)

LOKASI : LABORATORIUM TEGANGAN RENDAH

TANGGAL: 27 JULI 2017

**Tabel Pengujian Resistans Insulasi Kabel NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Lantai	Inti kabel yang diuji	Dalam air		Resistansi
		Suhu(t)	perendaman	(Rt)
		(°C)	(jam)	(Mohm)
4	Biru	25	1	25600
	Coklat	25	1	23000
9	Biru	25	1	17200
	Coklat	25	1	14000
17	Biru	25	1	2610
	Coklat	25	1	23000

Penguji

  
Arman Mulia

Mengetahui

Instruktur Lapangan

  
Randy Ivan



PT. PLN (Persero)  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN  
(RESEARCH INSTITUTE)

LOKASI : LABORATORIUM TEGANGAN RENDAH

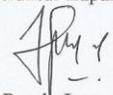
TANGGAL : 27 JULI 2017

### PENGUJIAN TEGANGAN KABEL UTUH

Tabel Pengujian Tegangan Kabel Utuh Kabel NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Lantai	Inti kabel yang diuji	Panjang kabel (m)	Dalam air		Tegangan (kV)	Waktu (menit)	Arus (mA) 2 kV	Arus Naik-Turun		Keterangan
			Suhu(t) (°C)	perendaman (jam)				Ya	Tidak	
								√	Tidak Tembus	
4	coklat	10	25	1	2	5	0,56	√	Tidak Tembus	
	biru	10	25	1	2	5	0,7	√	Tidak Tembus	
	kuning-hijau	10	25	1	2	5	0,67	√	Tidak Tembus	
5	coklat	10	25	1	2	5	0,45	√	Tidak Tembus	
	biru	10	25	1	2	5	0,68	√	Tidak Tembus	
	kuning-hijau	10	25	1	2	5	0,63	√	Tidak Tembus	
23	coklat	10	25	1	2	5	0,58	√	Tidak Tembus	
	biru	10	25	1	2	5	0,5	√	Tidak Tembus	
	kuning-hijau	10	25	1	2	5	0,62	√	Tidak Tembus	

Penguji  
  
Arman Mulia

Mengetahui  
Instruktur Lapangan  
  
Randy Ivan



PT. PLN(Persero)  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN  
(RESEARCH INSTITUTE)

LOKASI : LABORATORIUM TEGANGAN RENDAH

TANGGAL: 27 JULI 2017

Tabel Pengujian Tegangan Kabel Utuh NYM 4 x 4 mm<sup>2</sup>

Lantai	Inti kabel yang diuji	Panjang kabel (m)	Dalam air		Tegangan (kV)	Waktu (menit)	Arus (mA) 2 kV	Arus Naik-Turun		Keterangan
			Suhu(t) (°C)	perendaman (jam)				Ya	Tidak	
2	coklat	10	25	1	2	5	0,67		√	Tidak Tembus
	hitam	10	25	1	2	5	0,54		√	Tidak Tembus
	abu	10	25	1	2	5	0,63		√	Tidak Tembus
	hijau-kuning	10	25	1	2	5	0,5		√	Tidak Tembus
9	coklat	10	25	1	2	5	0,75		√	Tidak Tembus
	hitam	10	25	1	2	5	0,59		√	Tidak Tembus
	abu	10	25	1	2	5	0,74		√	Tidak Tembus
	hijau-kuning	10	25	1	2	5	0,6		√	Tidak Tembus
23	coklat	10	25	1	2	5	0,5		√	Tidak Tembus
	hitam	10	25	1	2	5	0,8		√	Tidak Tembus
	abu	10	25	1	2	5	±60	√		Tembus
	hijau-kuning	10	25	1	2	5	±60	√		Tembus

Mengetahui

Penguji  
  
Arman Mulia

Instruktur Lapangan  
  
Randy Ivan



PT. PLN(Persero)  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN  
(RESEARCH INSTITUTE)

LOKASI : LABORATORIUM TEGANGAN RENDAH

TANGGAL: 27 JULI 2017

**Tabel Pengujian Tegangan Kabel Utuh NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>**

Lantai	Inti kabel yang diuji	Panjang kabel (m)	Dalam air		Tegangan (kV)	Waktu (menit)	Arus (mA) 2 kV	Arus Naik-Turun		Keterangan
			Suhu(t) (°C)	perendaman (jam)				Ya	Tidak	
4	biru	10	25	1	2	5	0,7		√	Tidak Tembus
	coklat	10	25	1	2	5	0,75		√	Tidak Tembus
9	biru	10	25	1	2	5	0,5		√	Tidak Tembus
	coklat	10	25	1	2	5	0,7		√	Tidak Tembus
17	biru	10	25	1	2	5	0,68		√	Tidak Tembus
	coklat	10	25	1	2	5	0,76		√	Tidak Tembus

Penguji

  
Arman Mulia

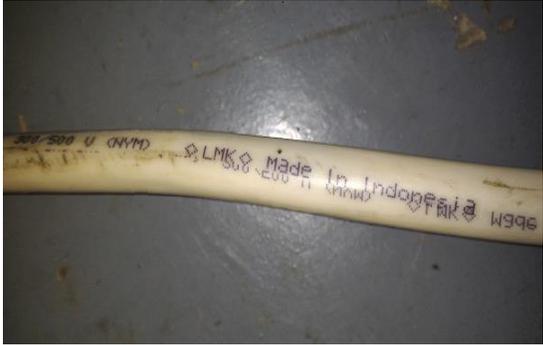
Mengetahui

Instruktur Lapangan

  
Randy Ivan

**LAMPIRAN 14**  
**Foto Dokumentasi**

<p>PERENDAMAN KABEL SELAMA 1 JAM</p>	
<p>PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI MENGGUNAKAN MEGGER</p>	
<p>PENGUJIAN TEGANGAN KABEL UTUH</p>	

<p>HASIL PENGUJIAN TEGANGAN KABEL UTUH</p>	
<p>HASIL PENGUJIAN KABEL YANG TEMBUS</p>	
<p>HASIL PENGUJIAN KABEL YANG TEMBUS</p>	

HASIL PENGUJIAN KABEL  
YANG TEMBUS



**LAMPIRAN 15**  
**Surat Izin Penelitian PT. PLN (Persero)**  
**PUSLITBANG**



**PT PLN (Persero)**  
**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KETENAGALISTRIKAN**  
**(RESEARCH INSTITUTE)**

Jalan Duren Tiga No. 102, Jakarta 12760      Facsimile : (021) 7991762      Website : www.pln.co.id/puslitbang  
 Telepon : (021) 7973774, 7989982, 7980190      (021) 7975414      E-mail : customercare.litbang@pln.co.id

Nomor : 0136/SDM.04.06/PUSLITBANG/2017      12 Mei 2017  
 Lampiran : -  
 Sifat : Biasa  
 Perihal : Penelitian

Kepada

Yth. KEPALA BIRO ADMINISTRASI AKADEMIK  
 DAN KEMAHASISWAAN  
 UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
 Kampus UNJ  
 Jl. Rawamangun Muka  
 Jakarta 13220

Sehubungan surat Saudara No. 3089/UN39.12/KM/2016 tanggal 12 Agustus 2016 perihal tersebut di atas, dengan ini diberitahukan bahwa pada prinsipnya kami dapat menerima mahasiswa tersebut di bawah ini untuk melaksanakan Penelitian di PT PLN (Persero) Puslitbang mulai tanggal **22 Mei - 23 Juni 2017**.

Adapun Mahasiswa yang dimaksud adalah sebagai berikut :

No.	Nama	NIM	PRODI	Lokasi
1	ARMAN MULIA	5115122589	PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO	LAB.TAT

Selama melaksanakan Penelitian, peserta tidak mendapat fasilitas antara lain berupa : antar jemput, penginapan, konsumsi, fasilitas kesehatan, asuransi kecelakaan kerja dan kematian, serta wajib mematuhi peraturan disiplin yang berlaku di PLN Puslitbang.

Selanjutnya agar mahasiswa yang bersangkutan menemui **Deputi Manajer Sumber Daya Manusia (Bp. Prasada Anggara Putra)** pada saat pelaksanaan Penelitian sesuai jadwal yang telah ditentukan.

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**ARMAN MULIA** , Lahir Di Padang Sidempuan 28 Januari 1993, merupakan anak kedua dari pasangan Bapak M.Hakim Pulungan dan Ibu Masrona Harahap. Penulis bertempat tinggal di Jl. Tole Iskandar Perumahan Mutiara Depok Blok A no.3, Rt.013/Rw.013, Kel.Sukmajaya. Kec.Sukmajaya,Depok, Jawa Barat.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 21 Padang Sidempuan pada tahun 1999 dan lulus pada tahun 2005. Kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Padang Sidempuan pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2008, lalu melanjutkan Pendidikannya di SMKN 2 Padang Sidempuan pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan ke Universitas Negeri Jakarta dengan program studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik.

Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT.Indonesia Power UBP Priok dari tanggal dan melaksanakan Praktek Keterampilan Mengajar (PKM) di SMK RISTEK KIKIN Jakarta Timur dari bulan September-November 2015.