

STUDI PENGGUNAAN KABEL LISTRIK BAWAH TANAH JENIS N2XKFGbY 3 X 185 mm 0,6/1 Kv PT. JEMBO COMPANY INDONESIA Tbk

Muhamad Kaspuddin¹, Charles Pangaribuan², Bambang Sugeng³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan
Jln. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan 76114 INDONESIA

Abstract— The failure of the electricity supply caused by the rapid decline in the value of the cable insulation resistance can cause the power grid system to be disrupted. To overcome these problems, a study was carried out on the quality of the power cables that were adjusted to the conditions on the ground where the cables were placed. The method used is qualitative and calculations with mathematical analysis based on measurements or data obtained. From the results of measurements that have been made, the value of conductor resistance is 0.0972, the insulation value of kebel insulation is 12700, and for dielectric testing for 5 minutes there is no breakdown. For insulation thickness of 2.17. Based on the data obtained it can be concluded that all test and measurement results are still within the standard limits required by IEC 60228 and IEC 60502-1

Intisari— adanya kegagalan suplai listrik yang diakibatkan oleh cepatnya penurunan nilai tahanan isolasi kabel dapat menyebabkan sistem jaringan tenaga listrik menjadi terganggu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan kajian tentang kualitas kabel listrik yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan dimana kabel tersebut ditempatkan. Metode yang digunakan adalah kualitatif dan perhitungan dengan analisi matematis berdasarkan pengukuran ataupun data yang diperoleh. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan didapatkan nilai tahanan penghantar sebesar 0,0972, nilai tahanan isolasi kebel sebesar 12700, dan untuk pengujian dielekterik selama 5 menit tidak terjadi breakdown. Untuk thickness isolasi sebesar 2,17. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa seluruh hasil pengujian dan pengukuran tersebut masih dalam batas standar yang dipersyaratkan oleh IEC 60228 dan IEC 60502-1

Kata Kunci— Kabel Listrik Bawah tanah, penghantar, isolasi, dielektrik.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu peralatan listrik yang mendapat perhatian khusus di dunia industri adalah kabel listrik yang berfungsi untuk menghubungkan sumber energi listrik ke beban.

Ada berbagai macam jenis kabel listrik yang digunakan

dalam dunia industri berdasarkan system saluran distribusinya, salah satunya adalah kabel bawah tanah type N2XKFGbY, kabel type ini mempunyai kelebihan yaitu mempunyai pelindung mekanis dan berselubung luar sehingga tahan terhadap benturan atau tekanan.

Permasalahan yang biasa terjadi adalah adanya kegagalan supply listrik yang diakibatkan oleh cepatnya penurunan nilai tahanan isolasi kabel sehingga menyebabkan sistem jaringan tenaga listrik menjadi terganggu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan kajian tentang kualitas kabel listrik yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan dimana kabel tersebut ditempatkan.

B. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian ini bertujuan untuk sebagai berikut :

1. Cara menentukan kualitas suatu kabel listrik yang baik.
2. Menentukan proses tahapan- tahapan pengujian terhadap suatu kabel listrik
3. Mengetahui besaran nilai hasil pengujian kabel listrik.

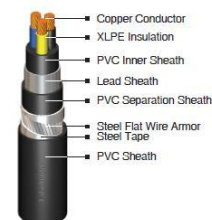
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Kabel Listrik

Kabel adalah panjang dari satu atau lebih inti penghantar, baik yang berbentuk solid maupun serabut yang masing-masing dilengkapi dengan isolasinya sendiri-sendiri dan membentuk suatu kesatuan. Penyatuan/ penggabungan satu atau lebih inti- inti pada umumnya dilengkapi dengan selubung atau mantel pelindung [1].

B. Konstruksi Kabel Listrik

Kebanyakan kabel dapat dianggap tersusun dari tiga bagian: bagian konduktor yang harus berpenampang lintang yang sesuai untuk dialiri dengan beban arus; bagian isolasi yang memiliki warna atau nomor kode untuk identifikasi; dan bagian luar yang dapat mengandung sesuatu untuk memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis [2].



Gbr. 1 Konstruksi Kabel Listrik Jenis N2XKFGbY

¹ Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro Universitas Balikpapan, Jalan Pupuk Raya Gn Bahagia Balikpapan 76114 (tlp: 0542-765442; fax: 0274-764205; e-mail: Kaspuddin.mm@gmail.com)

^{2,3} Dosen, Jurusan Teknik Elektro Universitas Balikpapan, Jalan Pupuk Raya Gn Bahagia Balikpapan 76114 (tlp: 0542-765442; fax: 0274-764205; e-mail : fti@uniba-bpn.ac.id)

C. Konduktor atau Penghantar Kabel Listrik

Konduktor Merupakan suatu material (biasanya logam) yang dapat dilalui panas dan listrik [2]. Ada dua jenis utama yang dipakai untuk konduktor antara lain aluminium dan tembaga, masing- masing mempunyai keuntungan dan kerugian secara khusus [3].

1. Konduktor berbahan tembaga
Keuntungan dan kerugian menggunakan konduktor berbahan tembaga adalah :
 - a. Mempunyai daya hantar (konduktivitas) yang tinggi per satuan luas
 - b. Mudah disambung secara mekanik dan disolder
 - c. Harganya lebih mahal
 - d. Tahan terhadap korosi
 - e. Lebih kuat dari pada aluminium
2. Konduktor berbahan aluminium
Keuntungan dan kerugian menggunakan konduktor berbahan tembaga adalah :
 - a. Mempunyai daya hantar tinggi per satuan berat.
 - b. Harus dilengkapi dengan suatu sambungan dengan perekat/ lem atau las aluminium, suatu isolator.
 - c. Lebih murah dari pada tembaga tapi koefisien muai harus diperhitungkan jika disambung.
 - d. Tidak tahan terhadap korosi.
 - e. Lebih lemah dari pada tembaga.

D. Bahan Isolasi Kabel Listrik

Isolator merupakan suatu material (biasanya non-logam) yang tidak dapat dilalui panas dan listrik dengan mudah [2]. Bahan isolasi yang dipergunakan untuk kabel tanah harus memenuhi syarat- syarat berikut [4] :

1. Memiliki nilai isolasi tinggi
2. Memiliki kekuatan dielektrik tinggi
3. Memiliki sifat- sifat mekanikal yang baik, seperti elastisitas
4. Tidak bersifat higroskopik karena kekuatan dielektrik setiap bahan akan menurun banyak bilamana menjadi lembab.

Diantara bahan isolasi yang terpenting ditemukan dibawah ini :

1. Polivinil klorida
Polivinil klorida (PVC) merupakan suatu polimer yang pada umumnya diperoleh dari asetiline. Polimer adalah suatu kompon (compound) dengan berat molekul yang lebih tinggi. Untuk keperluan industry kabel polimer perlu dikompon dengan suatu pembentuk plastik (*plasticizer*) sehingga menjadi plastik pada suhu- suhu tertentu [4].
2. Polietilen kaitan silang
Polietilen kaitan silang (*cross-linked Polyethylene, XLPE*) merupakan perbaikan dari bahan isolasi sintetik. Bahan pvc pada dasarnya merupakan suatu kombinasi C-H misalnya C₈H₁₈ terdiri atas rangkaian- rangkaian tunggal seperti terlihat pada gambar [4].

E. Lapisan Pelindung atau Selubung Kabel Listrik

Lapisan pelindung untuk memberikan perlindungan pada kabel terhadap kerusakan mekanis, pengaruh dari bahan- bahan kimia, elektrolisis, api atau pengaruh- pengaruh luar yang dapat merusak kabel. Jenis- jenis pelindung yang banyak digunakan pada kabel- listrik antara lain [1] :

1. Selubung Palstik PVC
2. Selubung Polyamida dan *Polyurethane*
3. Selubung karet
4. Selubung logam
5. Armour

F. Pengukuran Resistansi Kawat Penghantar

Pengukuran resistansi harus dilakukan pada semua konduktor atau penghantar dari setiap panjang kabel yang diserahkan ke pengujian rutin. Panjang kabel yang lengkap, atau sampel darinya, harus ditempatkan di ruang uji, yang harus dijaga pada suhu yang cukup konstan, setidaknya selama 12 jam sebelum pengujian. Jika ragu apakah suhu konduktor sama dengan suhu ruangan, resistansi harus diukur setelah kabel berada di ruang uji selama 24 jam. Nilai resistansi yang diukur harus dikoreksi ke suhu 20°C dan panjang 1 km sesuai dengan formula dan faktor yang diberikan dalam IEC 60228 [6].

Nilai resistansi masing-masing konduktor pada 20°C tidak boleh melebihi nilai maksimum yang sesuai yang ditentukan dalam IEC 60228. Untuk konduktor konsentris, resistansi tersebut harus mematuhi peraturan dan / atau standar nasional.

Menurut standar IEC (*international Electrotechnical Commission*) pengukuran resistansi kawat penghantar kabel dapat menggunakan rumus sebagai berikut [5] :

$$R_{20} = R_t \times kt \times \frac{1000}{L} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

R₂₀ = Tahanan Penghantar pada suhu 20⁰C (Ω/km)

R_t = Tahanan penghantar yang terukur pada temperatur ruangan (Ω)

kt = faktor koreksi pada temperature 20⁰C

L = panjang kabel (m)

Faktor koreksi temperatur untuk penghantar tembaga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$k_{cu} = \frac{254,5}{234,5 + t} = \frac{1}{1 + 0,00393 (t-20)} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

k_{cu} = faktor koreksi suhu untuk penghantar tembaga

t = temperatur ruangan pengujian yang terukur (°C)

Faktor koreksi temperatur untuk penghantar aluminium dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$k_{al} = \frac{248}{228 + t} = \frac{1}{1 + 0,00403 (t-20)} \dots\dots\dots (3)$$

TABEL II
Faktor koreksi temperatur ke 20°C

dimana :

k_{al} = faktor koreksi suhu untuk penghantar aluminium

t = temperatur ruangan pengujian yang terukur (°C)

TABEL I
Batasan maksimal nilai tahanan penghantar pada temperatur 20°C

Nominal cross-sectional area mm²	Minimum number of wires in the conductor						Maximum resistance of conductor at 20°C		
	Circular conductor (non-compact)		Circular compact conductor		Shaped conductor		Copper conductor		Aluminium conductor, plain metal-coated or metal-clad wires
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Plain wires	Metal-coated wires	
							Ω/km	Ω/km	Ω/km
0.5	7	—	—	—	—	—	36.0	36.7	—
0.75	7	—	—	—	—	—	24.5	24.8	—
1	7	—	—	—	—	—	18.1	18.2	—
1.5	7	—	6	—	—	—	12.1	12.2	—
2.5	7	—	6	—	—	—	7.41	7.56	—
4	7	7 3/8	6	—	—	—	4.61	4.70	7.41
6	7	7 3/8	6	—	—	—	3.08	3.11	4.61
10	7	7	6	—	—	—	1.83	1.84	3.08
16	7	7	6	6	—	—	1.15	1.16	1.91
25	7	7	6	6	6	6	0.727	0.734	1.20
35	7	7	6	6	6	6	0.524	0.529	0.868
50	19	19	6	6	6	6	0.387	0.391	0.641
70	19	19	12	12	12	12	0.268	0.270	0.443
95	19	19	15	15	15	15	0.193	0.195	0.320
120	37	37	18	15	18	15	0.153	0.154	0.253
150	37	37	18	15	18	15	0.124	0.126	0.206
185	37	37	30	30	30	30	0.0991	0.100	0.164
240	61	61	34	30	34	30	0.0754	0.0762	0.125
300	61	61	34	30	34	30	0.0601	0.0607	0.100
400	61	61	53	53	53	53	0.0470	0.0475	0.0778
500	61	61	53	53	53	53	0.0366	0.0369	0.0505
630	91	91	53	53	53	53	0.0283	0.0286	0.0469
800	91	91	53	53	—	—	0.0221	0.0224	0.0367
1000	91	91	53	53	—	—	0.0176	0.0177	0.0291
1200	33	33	33	—	—	—	0.0151	0.0247	0.0247
(1400) 33	33	33	33	—	—	—	0.0129	0.0212	0.0212
1600	33	33	33	—	—	—	0.0113	0.0186	0.0186
(1800) 33	33	33	33	—	—	—	0.0101	0.0165	0.0165
2000 33	33	33	33	—	—	—	0.0090	0.0149	0.0149

G. Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel Listrik

Pengukuran tahanan isolasi harus dilakukan pada panjang sampel sebelum uji listrik lainnya. Tegangan uji DC harus antara 80 V dan 500 V dan harus diterapkan untuk waktu yang cukup untuk mencapai pengukuran yang cukup stabil, tetapi dalam hal apapun tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 5 menit. Pengukuran harus dilakukan antara masing-masing konduktor [5]

Adapun cara untuk melakukan perhitungan nilai tahanan isolasi pada temperatur 20°C adalah sebagai berikut :

$$R_{20} = \frac{Rt \cdot kt \cdot L}{1000} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

R_{20} = Tahanan isolasi pada suhu 20°C (Ω/km)

Rt = Tahanan isolasi yang terukur pada suhu temperatur ruangan (Ω)

kt = faktor koreksi bahan isolasi pada temperatur 20°C

L = panjang kabel (m)

Temp C	Cu	AAC	AAAC	PVC	PE	XLPE
20	1	1	1	1	1	1
21	0.9961	0.996	0.9965	1.11	1.0005	1.006
22	0.9922	0.992	0.9931	1.21	1.001	1.017
23	0.9883	0.9881	0.9897	1.39	1.0015	1.023
24	0.9845	0.9841	0.9863	1.55	1.0025	1.029
25	0.9807	0.9802	0.9829	1.74	1.0039	1.038
26	0.977	0.9764	0.9796	1.96	1.0044	1.048
27	0.9732	0.9726	0.9763	2.22	1.0049	1.053
28	0.9695	0.9688	0.973	2.52	1.0054	1.062
29	0.9658	0.965	0.9697	2.87	1.0059	1.071
30	0.9622	0.9612	0.9665	3.25	1.0073	1.077
31	0.9586	0.9575	0.9632	3.75	1.0087	1.083
32	0.955	0.9538	0.96	4.25	1.0092	1.092
33	0.9514	0.9502	0.9568	4.9	1.0097	1.101
34	0.9479	0.9466	0.9537	5.6	1.0102	1.107
35	0.9443	0.943	0.9505	6.45	1.0107	1.116

Tahanan isolasi dari bagian instalasi listrik dalam ruangan yang kering harus mempunyai nilai sekurang-kurangnya 1000 Ohm tiap 1 Volt tegangan nominalnya, dengan pengertian bahwa arus bocor dari tiap bagian instalasi listrik pada tegangan nominalnya tidak boleh melebihi 1 mA tiap 100 m panjang instalasi listrik.

Tahanan isolasi dari bagian instalasi listrik dalam ruang yang lembab atau basah harus mempunyai nilai sekurang-kurangnya 100 Ohm tiap 1 Volt tegangan nominalnya

H. Pengujian Dielektrik Tahanan Isolasi

Setiap material isolasi mempunyai batas kemampuan untuk memikul kuat medan ekektrik. Jika sebuah material isolasi harus memikul kuat medan elektrik yang melebihi batas tersebut dalam durasi yang cukup lama, material isolasi akan menghantarkan arus tinggi dari anoda ke katoda atau material isolasi gagal melaksanakan fungsinya sebagai isolator. Dalam hal ini material isolasi disebut tembus listrik (*electrical breakdown*). Kuat medan elektrik tertinggi yang dapat dipikul suatu material isolasi tanpa mengakibatkan material isolasi tersebut tembus listrik, disebut kekuatan dielektrik [7].

Pada uji kabel isolasi kabel ekstrusi (*extruded insulation*) bertegangan nominal 0,6/1 kV hingga 1,8//3 kV, tegangan pengujiannya adalah (2,5 $V_{nominal}$ + 2 kV), dengan durasi pengujiannya adalah 5 menit. Kabel yang bertegangan nominalnya 3,6 – 30 kV, tegangan pengujiannya adalah 3,5 $V_{nominal}$ dengan durasi pengujian 5 menit. Jika kabel tiga inti

diuji dengan trafo uji tiga fasa, tegangan pengujiannya adalah 1,73 tegangan pengujian satu fasa. Tegangan pengujian pada uji jenis adalah $4 V_{\text{nominal}}$ dengan durasi 4 jam, rangkaian dan prosedur pengujian sama dengan pengujian ketahanan tegangan tinggi ac peralatan lain yang sudah dijelaskan sebelumnya, perbedaan hanya pada durasi tegangan pengujiannya.

I. Pengukuran Ketebalan Bahan Isolasi Kabel Listrik

Pengukuran ini dilakukan sebanyak 6 kali dengan dengan titik pengukuran yang berbeda 60° dari tengah menggunakan sigmat atau mikrometer. Nilai rata-rata dari hasil pengukuran tersebut tidak kurang dari ketebalan nominal sesuai *technical data sheet* dan nilai terkecil pengukuran tidak kurang dari 90% ketebalan nominal dikurangi 0.1mm [5].

$$tm \geq 0.9 tn - 0.1$$

Dimana :

tm = minimum ketebalan (mm)

tn = nilai terkecil pengukuran (mm)

TABEL III
Minimal ketebalan isolasi pvc/a

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Nominal thickness of insulation at rated voltage $U_0/U_n (U_m)$	
	0,6/1 (1,2) kV mm	1,8/3 (3,6) kV mm
1,5 and 2,5	0,8	-
4 and 6	1,0	-
10 and 16	1,0	2,2
25 and 35	1,2	2,2
50 and 70	1,4	2,2
95 and 120	1,6	2,2
150	1,8	2,2
185	2,0	2,2
240	2,2	2,2
300	2,4	2,4
400	2,6	2,6
500 to 800	2,8	2,8
1 000	3,0	3,0

NOTE Any conductor cross-section smaller than those given in this table is not recommended.

TABEL IV
Minimal ketebalan isolasi xlpe

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Nominal thickness of insulation at rated voltage $U_0/U_n (U_m)$	
	0,6/1 (1,2) kV mm	1,8/3 (3,6) kV mm
1,5 and 2,5	0,7	-
4 and 6	0,7	-
10 and 16	0,7	2,0
25 and 35	0,9	2,0
50	1,0	2,0
70 and 95	1,1	2,0
120	1,2	2,0
150	1,4	2,0
185	1,6	2,0
240	1,7	2,0
300	1,8	2,0
400	2,0	2,0
500	2,2	2,2
630	2,4	2,4
800	2,6	2,6
1 000	2,8	2,8

NOTE Any conductor cross-section smaller than those given in this table is not recommended.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Pertamina RUV Balikpapan dan PT Jembo Cable terhitung mulai tanggal 1 April 2019 sampai dengan 31 Agustus 2019

B. Metode Pengumpulan Data

Dalam Metode pengumpulan data beberapa metodologi dalam penelitian Skripsi ini antara lain adalah

1. Studi *literatur*, yaitu dengan cara menelaah, menggali, serta mengkaji teori – teori yang mendukung dalam pemecahan masalah yang diteliti.
2. Observasi, yaitu mengumpulkan data – data yang diperlukan untuk penelitian ini.
3. Wawancara, yaitu melakukan bimbingan dengan dosen, bagian *engineer* dan pihak – pihak lain yang dapat membantu terlaksananya penelitian ini.

C. Instrumen Penelitian

Adapun instrument penelitian yang digunakan saat melakukan evaluasi antara lain:

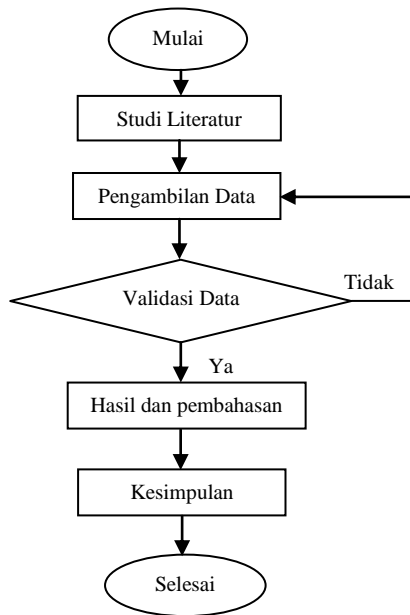
1. Kabel listrik jenis N2XKFGbY 3 x 185 mm² 0,6/1 Kv panjang 320m

TABEL V
Spesifikasi kabel listrik yang diuji

Item Number	AN2XKRF0003185SI
Pembuat	PT. Jembo Cable Company
Tahun Pembuatan	2018
Jenis	N2XKFGbY
Ukuran Penampang	3 x 185 sqmm
Panjang	320 meter
standard	IEC 60228, IEC 60502-1
Max DC Conductor at 20°C	0,0991 Ohm/km
Min Insulation Resistan at 20°C	800 M.Ohm/km
Short Circuit Current at 1 sec	25,03 kA
AC Voltage Test	3,5 kV/ 5 min

2. *Insulation Tester Merk HIOKI IR 3455*
3. *Low resistance test type portable double bridge 2769*
4. Dielektrik tes merk DIELEC
5. Termometer Analog
6. Jangka sorong digital

D. Jalannya Penelitian



Gbr. 2 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tahanan Penghantar

Kabel sampel harus berada diruang test selama 12 jam sebelum pengujian, hal ini bertujuan untuk menyamakan temperatur penghantar dengan temperatur ruangan. Dari pengujian tahanan penghantar didapatkan nilai seperti terlihat pada tabel 4.1 sebagai berikut :

TABEL VI
Nilai tahanan penghantar

Nomor/ Warna inti kabel	Panjang Kabel (m)	Temp. ruangan (° C)	Nilai tahanan penghantar (Ω)
Merah	320	34	0,0328
Kuning	320	34	0,0328
Biru	320	34	0,0328

Hasil pengujian diatas merupakan hasil pengujian pada temperatur ruangan sehingga menurut standar IEC 60228 harus dikonversi pada temperatur 20°C dengan mencari nilai faktor koreksi temperatur.

Diketahui temperatur ruangan saat dilakukan pengujian adalah 34°C maka nilai faktor koreksi temperatur adalah sebagai berikut :

$$k_{cu} = \frac{254,5}{234,5 + 34} = \frac{1}{1 + 0,00393 (34-20)} = 0,9479$$

Setelah diketahui nilai faktor koreksinya, nilai tahanan penghantar pada temperatur ruangan (tabel 4.1), dan panjang kabel 320 meter, maka dapat dihitung nilai tahanan penghantar pada temperatur 20°C adalah sebagai berikut :

$$R_{20}(\text{Merah}) = R_t \times k_{cu} \times \frac{1000}{L} = 0,0328 \times 0,9479 \times \frac{1000}{320} = 0,0972 \Omega / \text{km}$$

$$R_{20}(\text{Kuning}) = R_t \times k_{cu} \times \frac{1000}{L} = 0,0328 \times 0,9479 \times \frac{1000}{320} = 0,0972 \Omega / \text{km}$$

$$R_{20}(\text{Biru}) = R_t \times k_{cu} \times \frac{1000}{L} = 0,0328 \times 0,9479 \times \frac{1000}{320} = 0,0972 \Omega / \text{km}$$

TABEL VII
Hasil perhitungan tahanan penghantar

Warna inti kabel	Nilai tahanan penghantar pada temperatur ruangan 34°C (Ω/km)	Nilai tahanan penghantar pada temperatur 20°C (Ω/km)	Batasan Maksimal menurut standar IEC 60228 (Ω/km)	Hasil Kesimpulan Pengujian
Merah	0,0328	0,0972	0,0991	Lulus Uji
Kuning	0,0328	0,0972	0,0991	Lulus Uji
Biru	0,0328	0,0972	0,0991	Lulus Uji

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai tahanan penghantar dinyatakan **Lulus Uji** atau sesuai dengan yang disyaratkan oleh IEC 60228.

B. Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Kabel

Dari hasil pengujian didapatkan nilai tahanan isolasi kabel seperti terlihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

TABEL VIII
Nilai tahanan isolasi kabel pada temperatur ruangan

Nomor/ Warna inti kabel	Jenis isolasi	Panjang kabel (m)	Temp ruangan (° C)	Nilai tahanan isolasi (M.Ω)
Merah	xlpe	320	34	12700
Kuning	xlpe	320	34	10400
Biru	xlpe	320	34	13200

Hasil pengujian diatas merupakan hasil pengujian pada temperatur ruangan sehingga menurut standar IEC 60228 harus dikonversi pada temperatur 20°C dengan mencari nilai faktor koreksi temperatur.

Diketahui temperatur ruangan saat dilakukan pengujian adalah 34°C maka nilai faktor koreksi temperatur 20°C adalah 1,107. Nilai ini dapat dilihat pada tabel 2.4.

Dengan panjang kabel 320 meter maka nilai tahanan isolasi pada temperatur 20°C adalah sebagai berikut :

$$R_{20}(\text{Merah}) = \frac{R_t \cdot k_t \cdot L}{1000} = \frac{12700 \cdot 1,107 \cdot 320}{1000} = 4499 \text{ M.}\Omega/\text{km}$$

$$R_{20}(\text{Biru}) = \frac{R_t \cdot k_t \cdot L}{1000} = \frac{10400 \cdot 1,107 \cdot 320}{1000} = 3684 \text{ M.}\Omega/\text{km}$$

$$R_{20}(\text{Merah}) = \frac{R_t \cdot k_t \cdot L}{1000} = \frac{13200 \cdot 1,107 \cdot 320}{1000} = 4676 \text{ M.}\Omega/\text{km}$$

TABEL IX

Hasil perhitungan tahanan isolasi kabel

Warna inti kabel	Nilai tahanan isolasi pada temperatur ruangan 34°C (M.Ω/km)	Nilai tahanan isolasi pada temperatur 20°C (M.Ω/km)	Batasan Minimum menurut standar IEC 60228 (M.Ω/km)	Hasil Kesimpulan Pengujian
Merah	12700	4499	800	Lulus Uji
Kuning	10400	3684	800	Lulus Uji
Biru	13200	4676	800	Lulus Uji

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai tahanan isolasi dinyatakan **lulus uji** atau sesuai dengan standar IEC 60228.

C. Hasil Pengujian Dielektrik Kabel

Pengujian dilakukan selama 5 menit pada tegangan tinggi AC dengan perhitungan sebagai berikut :

$$(2,5 \cdot V) + 2 \text{ kV} = (2,5 \cdot 0,6) + 2 \text{ kV} = 3,5 \text{ kV}$$

TABEL X
Hasil pengujian dielektrik kabel

Warna Inti Kabel	Tegangan Uji (kV AC)	Durasi Pengujian (menit)	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Merah	3.5	5	Berhasil	Lulus Uji
Kuning	3.5	5	Berhasil	Lulus Uji
Biru	3.5	5	Berhasil	Lulus Uji

Dari hasil tabel dapat disimpulkan bahwa saat dilakukan pengujian kabel pada tegangan AC sebesar 3,5 kV yang dilakukan selama 5 menit tidak terjadi *breakdown* atau kegagalan isolasi baik pada kabel inti merah, kuning maupun biru sehingga kabel dinyatakan lulus uji sesuai dengan standar IEC 60228.

D. Pengukuran Ketebalan Bahan Isolasi Kabel

Sesuai dengan standard IEC 60228 bahwa nilai rata-rata dari hasil pengukuran tersebut tidak kurang dari ketebalan nominal sesuai technical data sheet dan nilai terkecil pengukuran tidak kurang dari 90% ketebalan nominal dikurangi 0.1 mm. Dari hasil pengukuran ketebalan bahan isolasi didapatkan data seperti terlihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :

TABEL XI
Hasil pengujian ketebalan isolasi kabel

Warna inti kabel	Bahan isolasi	Hasil pengukuran ketebalan			Minimal ketebalan	kesimpulan
		Minimal (mm)	maksimal (mm)	Rata-rata (mm)		
Merah	xlpe	2,07	2,28	2,17	1,6	Lulus Uji
Kuning	xlpe	1,62	1,81	1,71	1,6	Lulus Uji
biru	xlpe	1,83	2,10	1,96	1,6	Lulus Uji

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kabel inti warna merah, kuning, dan biru memiliki nilai ketebalan diatas nilai nominal ketebalan yang disyaratkan sehingga ketebalan bahan isolasi pada kabel tersebut dapat dinyatakan lulus uji atau sesuai dengan standar IEC 60502-1.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dalam menentukan suatu kualitas kabel yang baik dapat dilakukan dengan cara melakukan berbagai macam pengujian yaitu : pengukuran tahanan penghantar, pengukuran tahanan isolasi, pengujian dielektrik kabel, dan pengukuran ketebalan isolasi kabel.
2. Proses tahapan pengujian kabel dapat dilakukan dengan menyiapkan terlebih dahulu segala instrumentasi yang

diperlukan untuk mendukung proses pengujian, kondisi kabel uji harus berada minimal 12 jam di ruang uji untuk menyamakan temperatur konduktor dengan suhu ruangan, hasil pengujian harus dikonversi pada temperatur 20⁰C.

3. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai tahanan penghantar kabel tanah adalah 0,0972 Ω /km, sedangkan nilai tahanan isolasi kabel yang terendah adalah 3684 M. Ω /km, ketebalan bahan isolasi kabel yang terendah adalah 1,71 mm, adapun pengujian dilektrik dilakukan pada tegangan 3,5 kV selama 5 menit tidak terjadi kegagalan atau *breakdown*. Sehingga untuk kabel jenis 3 x 185 sqmm type N2XKFGbY dinyatakan lulus uji dan tepat penggunaannya untuk di area industri migas.

B. Saran

1. Sebagai konsumen atau pengguna kabel listrik sebaiknya menggunakan kabel yang berlabel standar karena telah lulus uji persyaratan PLN atau IEC dan memiliki kualitas isolasi yang baik
2. Bagi peneliti lain yang tertarik ingin melakukan pengujian kabel dapat menambahkan parameter lain seperti pengujian *hot test* isolasi, pengukuran *inner sheath* dan pengukuran *outer sheath*.

REFERENSI

- [1] Bustani, Ipniansya, M. Syahrir Djalil, *Distribusi Tenaga Listrik 1*, Penerbit: Politeknik Negeri Samarinda, 1999
- [2] Trevor Linsley, *Instalasi Listrik Dasar*. Jakarta: Penerbit ERLANGGA, 2004
- [3] Daryanto, Teknik Pengerjaan Listrik. Jakarta : Penerbit BUMI AKSARA, 2003]
- [4] Abdul Kadir, *Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit UNIVERSITAS INDONESIA, 2011
- [5] International Standard IEC 60502-1, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV (Um = 1,2kV) up to 30 kV (Um = 36kV) – part 1 cable voltages of 1kV (Um= 1,2kV) and 3kv (Um= 3,6kV). Switzerland : Geneva, 2004
- [6] A.S.Gill, *Electrical Equipment Testing & Maintenance*. Virginia : Penerbit RESTON PUBLISHING COMPANY, 1982
- [7] Bongas L.Tobing, *Dasar- dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi*. Jakarta : Penerbit ERLANGGA, 2017