

PENGARUH PENGGUNAAN PENGHANTAR AAAC-S TERHADAP SENSITIVITAS SISTEM PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV

I Gusti Ngurah Gede Oka Purnawan¹, Slamet Hani², Subandi³

¹Mahasiswa, ²Pembimbing 1, ³Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro, F. Teknologi Industri, IST "AKPRIND" Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan, Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222

Email: igng.oka@gmail.com

ABSTRACT

Isolation has a very important role in the power system. With the insulation, utilization of electrical energy to be very safe for the environment. But its use must be in accordance with the operational voltage. One material containing electrical insulating components are AAAC-S. Conductor structure is composed of twisted aluminum wire which multinucleated and insulation made from polyethylene crosslink.

To know the specifications of this conductor, further the dimensions testing and voltage testing. The test voltage is divided into two: the flashover voltage testing and breakdown voltage testing. Flashover voltage testing is needed to determine the value of voltage capable of causing jumps of electrons through the surface of the insulation. While the breakdown voltage test is intended to determine the value of the voltage that can damage and penetrate the insulation up to the surface.

From the results of tests performed, known dimensions of conductive meet the standards while in terms of voltage needs to be evaluated on its operation in 20 kV distribution network.

Keywords: AAAC-S, flashover voltage, breakdown voltage

INTISARI

Isolasi memiliki peran yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Dengan adanya isolasi, pemanfaatan energi listrik menjadi sangat aman bagi lingkungannya. Namun dalam penggunaannya harus sesuai dengan tegangan operasionalnya. Salah satu material kelistrikan yang mengandung komponen isolasi adalah penghantar AAAC-S. Struktur penghantar ini terdiri dari kawat Aluminium dipilin yang berinti banyak dan isolasi berbahan polietilen ikat silang.

Untuk mengetahui spesifikasi dari penghantar ini, selanjutnya dilakukan pengujian dimensi dan pengujian tegangan. Pengujian tegangan dibagi menjadi dua yaitu pengujian tegangan *flashover* dan pengujian tegangan tembus. Pengujian tegangan *flashover* dimaksudkan untuk mengetahui nilai tegangan yang mampu menimbulkan lompatan elektron melalui permukaan isolasi. Sedangkan pengujian tegangan tembus dimaksudkan untuk mengetahui nilai tegangan yang mampu merusak dan menembus isolasi hingga ke permukaannya.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, diketahui dimensi dari penghantar memenuhi standar sedangkan dari segi tegangan perlu dilakukan evaluasi tentang pengoperasiannya pada jaringan distribusi 20 kV.

Kata Kunci: AAAC-S, tegangan *flashover*, tegangan tembus

1. PENDAHULUAN

Dalam sistem tenaga listrik, bahan isolasi memegang peranan yang sangat penting guna pengaman instalasi tenaga listrik hingga sampai ke konsumen. Namun dalam hal ini tahanan isolasi harus mempunyai batasan yang sesuai dengan tegangan operasionalnya agar tidak menjadi sumber bahaya bagi masyarakat sekitar instalasi tenaga listrik. Setiap material listrik haruslah memiliki spesifikasi yang jelas terutama pada tegangan nominalnya, hal ini sangat berpengaruh terhadap keandalan dalam penyaluran tenaga listrik. Dan salah satu komponen penting penyusun sistem kelistrikan adalah penghantar jenis AAAC-S yang berfungsi sebagai penghubung antar peralatan dalam jaringan tertentu. Sehingga perlu untuk dilakukan pengkajian lebih dalam sebelum memasangnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penghantar AAAC-S

Penghantar AAAC-S atau dalam bahasa Indonesia disebut penghantar aluminium paduan berselubung polietilen ikat silang adalah kabel aluminium campuran dengan pembungkus XLPE sebagai bahan isolasi penghantar tersebut. Tujuan utama dari penambahan selubung isolasi tersebut adalah agar penghantar tersebut mempunyai ketahanan terhadap gangguan eksternal karena sentuhan antar fasa maupun gangguan sentuhan pohon dan gangguan lain yang bersifat temporer. Sehingga dengan pemasangan penghantar ini akan dapat meningkatkan keandalan

penyaluran tenaga listrik hingga ke konsumen.

Struktur dasar dari penghantar AAAC-S ini terdiri dari bagian utama penghantar yaitu pilinan kawat berbahan aluminium campuran yang jumlahnya disesuaikan dengan luas penampang penghantar tersebut. Sesuai dengan SPLN 41-10 : 1991, luas penampang penghantar berkisar antara 35 mm² hingga 240 mm². Pada bagian terluar penghantar dilapisi dengan bahan isolasi yaitu XLPE berwarna hitam dengan kandungan karbon hitam tidak kurang dari 0,5 % dan tidak lebih dari 2,5 % dan ketebalannya tidak boleh kurang dari 3 mm, isolasi inilah yang membedakan dengan penghantar aluminium yang lainnya. Dilihat dari konstruksi kawatnya, dalam setiap lapisan memiliki arah yang berlawanan dengan lapisan yang sebelumnya sehingga menjadi saling mengunci antar lapisan.

2.2 Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah sistem pengaman terhadap penyaluran tenaga listrik, baik untuk mengamankan peralatan dari kerusakan, mengamankan manusia dari bahaya listrik maupun untuk mengamankan lingkungan dari bahaya yang ditimbulkan dari listrik itu sendiri. Pada jaringan distribusi 20 kV terdapat sistem proteksi yaitu proteksi dari arus lebih (OCR) dan proteksi gangguan tanah (GFR). OCR bekerja untuk mengamankan peralatan dari arus lebih akibat gangguan antar fasa pada jaringan, sedangkan GFR bekerja untuk mengamankan peralatan dari arus lebih akibat gangguan fasa ke tanah.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Uji

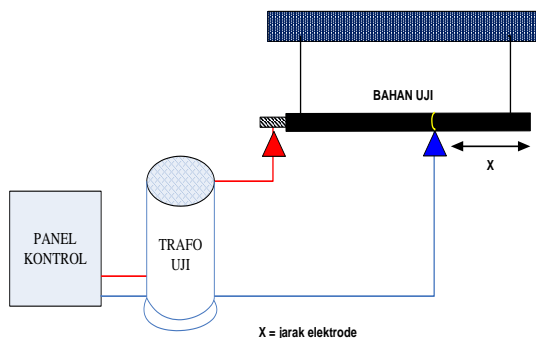
Bahan uji dalam penelitian ini adalah kabel penghantar jenis AAAC-S yang biasanya dipakai sebagai penghantar pada jaringan distribusi 20 kV di PLN. Secara strukur, penghantar ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian konduktor berupa kawat aluminium yang dipilin berinti banyak dan bagian isolasinya berbahan XLPE atau polietilen ikat silang. Sehingga penghantar ini memiliki isolasi namun tidan bersifat isolasi sepenuhnya.



Gambar 3.1 Tampak Depan AAAC-S

3.2 Rangkaian Pengujian

Pada pengujian tegangan ini dilakukan pada Lab. Teknik Tegangan Tinggi UGM menggunakan alat uji tegangan tinggi dengan keluaran tegangan dari trafo ujinya hingga mencapai 100 kV. Berikut ini adalah gambar rangkain pengujiannya.

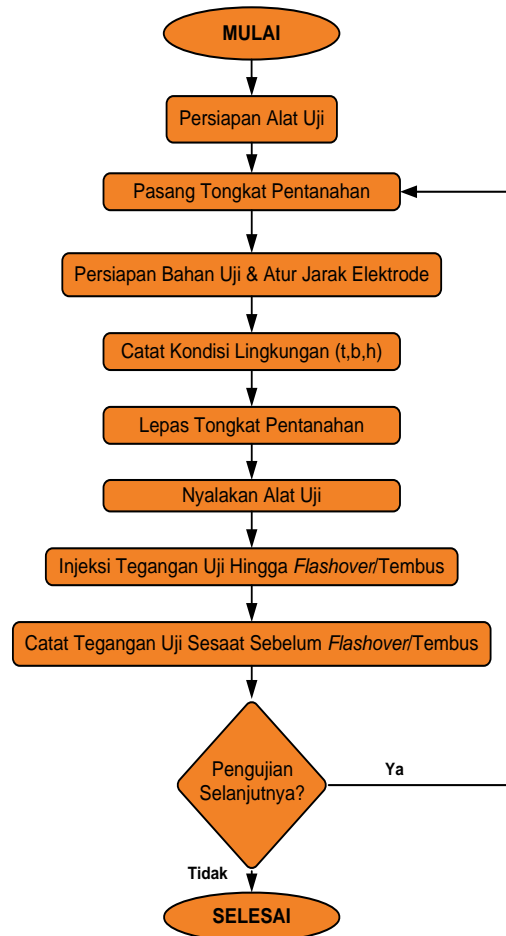


Gambar 3.2 Rangkaian Pengujian Tegangan

Selain melakukan pengujian tegangan, juga dilakukan pengujian dimensi dari penghantar tersebut dengan menggunakan alat ukur jangka sorong.

3.3 Langkah Pengujian Tegangan

Secara umum langkah pengujian tegangan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 3.3 Bagan Alir Pengujian Tegangan

4. HASIL PENGUJIAN

Berikut ini merupakan hasil dari beberapa pengujian yang telah dilakukan:

4.1 Pengujian Dimensi

A. Pengujian Diameter dan Luas Penampang

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Diameter dan Luas Penampang

Kawat	Pengujian Diameter (mm) & Luas Penampang (mm ²)									
	1		2		3		4		5	
	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L
1	2.3	4.153	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
2	2.4	4.522	2.4	4.522	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153
3	2.4	4.522	2.3	4.153	2.4	4.522	2.2	3.799	2.3	4.153
4	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.4	4.522
5	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
6	2.2	3.799	2.4	4.522	2.4	4.522	2.4	4.522	2.2	3.799
7	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.4	4.522
8	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.4	4.522	2.4	4.522
9	2.2	3.799	2.4	4.522	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799
10	2.4	4.522	2.4	4.522	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
11	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.4	4.522	2.4	4.522
12	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
13	2.4	4.522	2.4	4.522	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153
14	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.3	4.153	2.2	3.799
15	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.3	4.153	2.2	3.799
16	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
17	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153
18	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153
19	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
20	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.2	3.799
21	2.4	4.522	2.3	4.153	2.2	3.799	2.4	4.522	2.4	4.522
22	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
23	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
24	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.4	4.522
25	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799
26	2.3	4.153	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
27	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.4	4.522	2.3	4.153
28	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
29	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.4	4.522	2.3	4.153
30	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
31	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.4	4.522	2.4	4.522
32	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153
33	2.3	4.153	2.2	3.799	2.4	4.522	2.3	4.153	2.4	4.522
34	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
35	2.4	4.522	2.4	4.522	2.4	4.522	2.2	3.799	2.4	4.522
36	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
37	2.4	4.522	2.4	4.522	2.3	4.153	2.4	4.522	2.3	4.153
38	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799
39	2.4	4.522	2.4	4.522	2.2	3.799	2.4	4.522	2.2	3.799
40	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
41	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522
42	2.2	3.799	2.3	4.153	2.4	4.522	2.2	3.799	2.4	4.522
43	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.4	4.522
44	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799
45	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522
46	2.4	4.522	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
47	2.4	4.522	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522
48	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153
49	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.2	3.799	2.4	4.522
50	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.4	4.522	2.2	3.799
51	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.2	3.799	2.3	4.153
52	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
53	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153
54	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153
55	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.2	3.799
56	2.4	4.522	2.3	4.153	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799
57	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.2	3.799	2.2	3.799
58	2.3	4.153	2.3	4.153	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
59	2.3	4.153	2.4	4.522	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799
60	2.2	3.799	2.2	3.799	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153
61	2.2	3.799	2.3	4.153	2.3	4.153	2.4	4.522	2.4	4.522
Tota	140.	252.8	139.	281.3	139.	249.9	139.	252.0	140.	284.2
l	1	52	7	65	3	52	9	87	5	69

Dengan membagi nilai total dengan banyaknya pengukuran maka didapatkan nilai rata-rata diameter pada setiap bahan uji adalah sebagai berikut:

$$D1 = \frac{140,1}{61} = 2,297 \text{ mm}$$

$$D2 = \frac{139,7}{61} = 2,290 \text{ mm}$$

$$D3 = \frac{139,3}{61} = 2,284 \text{ mm}$$

$$D4 = \frac{139,9}{61} = 2,293 \text{ mm}$$

$$D5 = \frac{140,5}{61} = 2,303 \text{ mm}$$

Dan secara umum diameter kawat dapat ditunjukkan dengan mencari nilai rata-rata diameter dari kelima pengujian tersebut yaitu:

$$D = 2,293 \text{ mm}$$

Sedangkan luas penampang penghantar AAAC-S dalam pengujian ini adalah:

$$L = 252,099 \text{ mm}^2$$

B. Pengujian Ketebalan Isolasi

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Ketebalan Isolasi

Pengujian ke-	Bahan Uji 1 (mm)	Bahan Uji 2 (mm)	Bahan Uji 3 (mm)	Bahan Uji 4 (mm)	Bahan Uji 5 (mm)
1	3.4	3.4	3.6	3.2	3.4
2	3.2	3.6	3.4	3.2	3.4
3	3.6	3.4	3.4	3.6	3.2
4	3.4	3.4	3.2	3.4	3.4
5	3.6	3.6	3.4	3.6	3.4
6	3.6	3.4	3.3	3.6	3.6
7	3.6	3.3	3.2	3.4	3.6
8	3.4	3.2	3.4	3.4	3.4
9	3.8	3.4	3.6	3.4	3.8
10	3.4	3.6	3.4	3.4	3.4
11	3.4	3.4	3.4	3.3	3.4
12	3.5	3.4	3.2	3.2	3.4
13	3.4	3.4	3.2	3.4	3.4
14	3.3	3.4	3.3	3.3	3.6
15	3.2	3.3	3.2	3.2	3.4
16	3.2	3.2	3.4	3.2	3.4
17	3.2	3.4	3.2	3.2	3.4
18	3.4	3.4	3.2	3.4	3.2
19	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3
20	3	3.2	3.2	3.2	3.2
21	3.4	3.4	3.2	3.3	3.4
22	3.6	3.4	3.6	3.2	3.2
23	3.6	3.6	3.2	3.4	3.6
24	3.4	3.4	3.6	3.4	3.2
Total	81.9	81.4	80.1	80.3	81.7
Rerata	3.412	3.392	3.337	3.345	3.404

Sehingga ketebalan isolasi dalam pengujian ini adalah dengan mencari nilai rata-rata dari kelima pengujian tersebut yaitu:

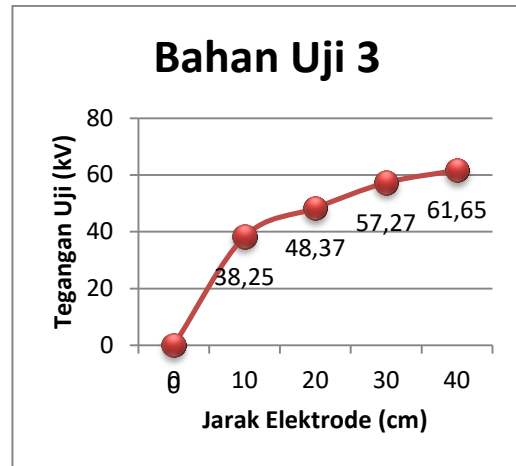
$$W = 3,378 \text{ mm}$$

4.2 Pengujian Tegangan

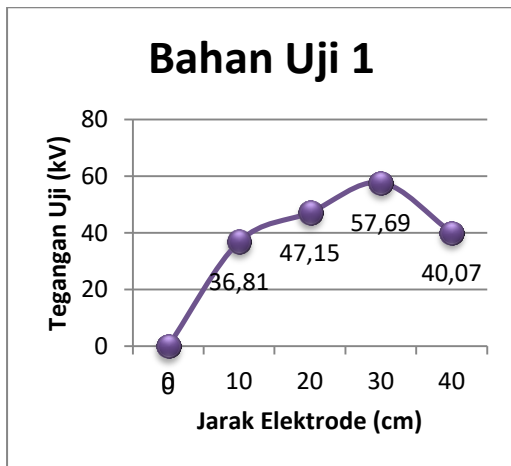
A. Pengujian Tegangan *Flashover*

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tegangan

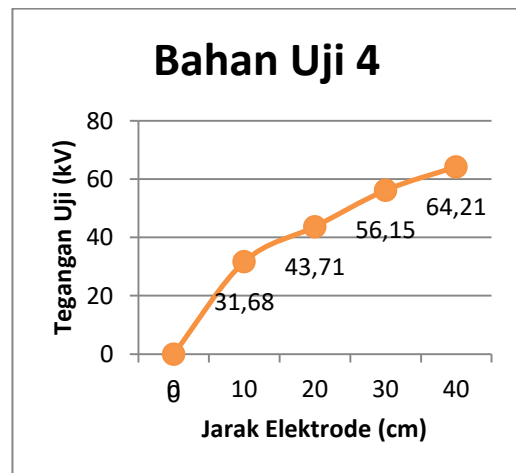
Jarak Elektrode (cm)	Bahan Uji 1 (kV)	Bahan Uji 2 (kV)	Bahan Uji 3 (kV)	Bahan Uji 4 (kV)	Bahan Uji 5 (kV)
10	36.81	33.08	38.25	31.68	31.31
20	47.15	45.80	48.37	43.71	43.66
30	57.69	57.13	57.27	56.15	53.40
40	40.07	27.02	61.65	64.21	60.71



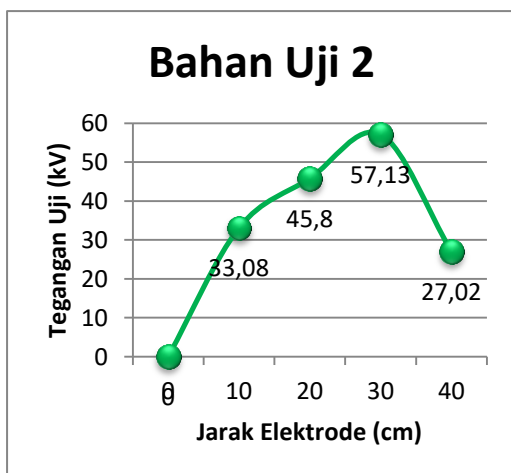
Gambar 4.3 Grafik Bahan Uji 3



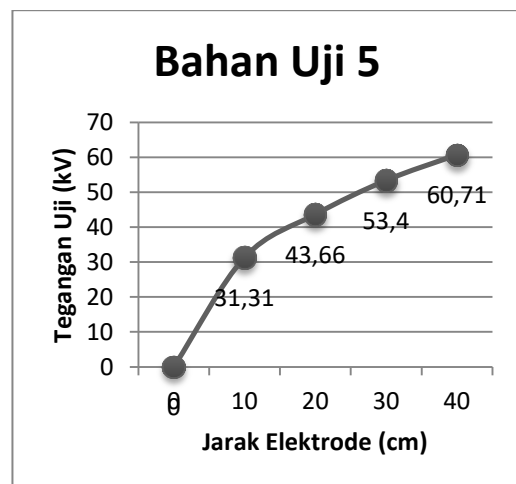
Gambar 4.1 Grafik Bahan Uji 1



Gambar 4.4 Grafik Bahan Uji 4



Gambar 4.2 Grafik Bahan Uji 2

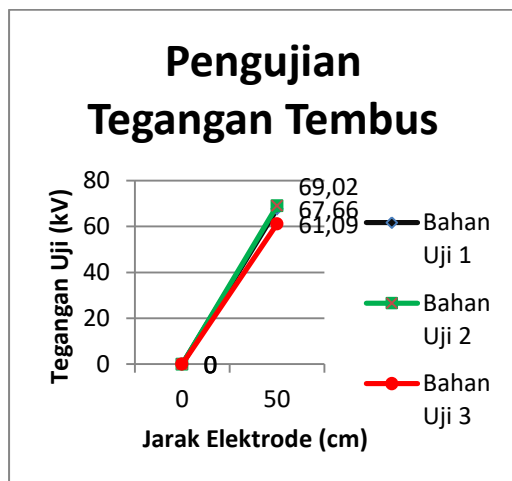


Gambar 4.5 Grafik Bahan Uji 5

B. Pengujian Tegangan Tembus

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tegangan Tembus

Bahan Uji	Jarak Elektroda (cm)	Tegangan Gagal Primer (V)	Tegangan Gagal Sekunder (kV)	Keterangan
1	71	145.2	67.66	Tembus (71 cm)
2	50	148.2	69.02	Tembus (43.5 cm)
3	50	131.1	61.09	Tembus (42 cm)



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Tegangan Tembus

4.3 Data Setting Proteksi dan Beban Penyulang

Sebagai bahan perbandingan antara hasil pengujian terhadap setting proteksi jaringan distribusi, maka penelitian ini dilengkapi dengan data setting proteksi sekaligus data beban yang mengambil contoh penyulang BNL 08. Penyulang BNL 08 dipasang oleh trafo tenaga dengan kapasitas daya 60 MVA.

Tabel 4.5 Data Setting Proteksi BNL 08

Data Setting Proteksi Penyulang BNL 08	
Kapasitas Trafo Tenaga (MVA)	60
Rasio Trafo Arus	400/1
Setting OCR / I> (A)	480
Tms	0,250
Curva	Standar Inverse (SI)
Setting OCR Instant Hi Set 1 / I>> (A)	3440
Waktu Tunda (s)	0,300
Setting OCR Instant Hi Set 2 / I>>> (A)	8000
Waktu Tunda (s)	0
Setting GFR / Io> (A)	240
Tms	0,330
Curva	Standar Inverse (SI)
Setting GFR Instant Hi Set 1 / I>> (A)	2600
Waktu Tunda (s)	0,300
Setting GFR Instant Hi Set 2 / I>>> (A)	5000
Waktu Tunda (s)	0

Tabel 4.6 Data Beban Penyulang BNL 08

No	I _r	Beban (A)								Tegangan (kV)			
		Siang 10:00				Malam 19:00				Imax	10:00	19:00	Ave
		I _r	I _s	I _r	Ave	I _r	I _s	I _r	Ave				
1	203	149	174	175	136	109	150	132	175	21.16	21.51	21.51	
2	206	152	176	178	0	0	0	0	178	21.04	0	21.04	
3	193	141	162	165	237	156	190	194	194	21.15	21.25	21.25	
4	176	137	155	156	241	166	184	197	197	21.39	21.2	21.39	
5	195	146	164	168	240	166	181	196	196	21.22	21.07	21.22	
6	189	137	157	161	242	163	182	196	196	21.25	21.18	21.25	
7	162	110	126	133	237	157	177	190	190	21.13	21.27	21.27	
8	167	110	128	135	236	154	172	187	187	21.4	21.69	21.69	
9	211	162	177	183	262	181	201	215	215	21.18	21.09	21.18	
10	214	159	179	184	251	171	192	205	205	21.22	21.25	21.25	
11	134	116	145	132	254	177	194	208	208	21.31	21.39	21.39	
12	199	151	167	172	257	176	194	209	209	21.26	21.22	21.26	
13	202	149	168	173	249	167	186	201	201	21.15	21.36	21.36	
14	174	117	136	142	0	0	0	0	142	20.97	21.42	21.42	
15	219	173	186	193	259	226	225	237	237	21.24	21.42	21.42	
16	229	174	188	197	149	117	157	141	197	21.13	21.18	21.18	
17	219	167	179	188	191	114	137	147	188	21.15	21.18	21.18	
18	127	79	101	102	195	118	143	152	152	21.07	21.17	21.17	
19	132	82	107	107	189	119	143	150	150	21.21	21.4	21.4	
20	129	78	104	104	190	113	133	145	145	21.33	21.43	21.43	
21	122	70	91	94	179	106	127	137	137	21.07	21.4	21.4	
22	125	76	100	100	189	113	138	147	147	21.15	21.61	21.61	
23	134	86	107	109	194	118	141	151	151	21.06	21.42	21.42	
24	219	167	179	188	191	114	137	147	188	21.15	21.18	21.18	
25	127	79	101	102	195	119	143	152	152	21.07	21.17	21.17	
26	129	80	105	105	196	121	144	154	154	21.21	21.4	21.4	
27	131	81	111	108	183	108	135	142	142	21.33	21.43	21.43	
28	124	76	108	103	187	112	136	145	145	21.15	21.61	21.61	
29	165	115	123	134	237	155	174	189	189	21.42	21.69	21.69	

5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari data pengujian yang tersaji di atas, baik berupa hasil perhitungan maupun dalam bentuk grafik kita dapat menganalisa karakter dari penghantar AAAC-S sesuai dengan hasil pengujian

yang telah dilakukan yaitu:

Dari segi dimensi bahan uji sudah memenuhi standar yang ditentukan yakni diameter di atas 2,25 mm dan ketebalan isolasinya tidak kurang dari 3 mm.

Pengujian tegangan *flashover* yang telah dilakukan mempunyai kaitan yang erat dengan sensitivitas proteksi khususnya pada gangguan tanah. Sesuai dengan data pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian terhadap penghantar jenis AAAC-S yang mempunyai tegangan *flashover* berkisar antara 31,31 kV hingga 38,25 kV dengan asumsi jarak *ground* dari ujung kabel sejauh 10 cm. Nilai pengujian tersebut masih jauh di atas tegangan operasional antar fasa dengan tanah pada jaringan distribusi 20 kV yaitu sebesar 11,5 kV. Sehingga apabila ada penghantar AAAC-S yang putus dan menyentuh tanah namun masih tertahan oleh bagian isolasinya, maka tidak akan terjadi tegangan *flashover* pada penghantar tersebut, dengan tidak terjadinya tegangan *flashover* maka tidak terjadi pula arus hubung singkat yang mampu yang dirasakan oleh relai proteksi untuk memberi perintah PMT untuk membuka, sehingga aliran listrik tidak terputus. Kondisi tersebut sangatlah berbahaya baik terhadap keamanan jaringan listrik dan juga keamanan lingkungan sekitarnya.

Demikian juga dengan pengujian tegangan tembus sangat berguna untuk mengetahui sensitivitas proteksi baik OCR maupun *GFR* khususnya pada jaringan yang menggunakan penghantar AAAC-S. Adapun nilai tegangan tembus dari penghantar ini berkisar antara 61,09 kV hingga 69,02 kV, dimana nilai tersebut 3 kali lipat dari tegangan operasional jaringan distribusi 20 kV baik antar fasa dan 5 kali lipat dari tegangan operasional fasa ke tanah. Sehingga kecil kemungkinan terjadinya tegangan tembus pada isolasi apabila terjadi sentuhan atau singgungan antar kabel maupun dengan

pohon atau benda di sekitarnya. Namun tidak menutup kemungkinan juga dapat terjadi apabila bahan isolasi sudah mengalami penurunan kemampuan ataupun kondisi isolasi yang sudah cacat.

Sebagai contoh dapat dilihat dari data pembebanan pada penyulang BNL 08 selama bulan Februari 2016, rata-rata beban tertinggi terjadi pada tanggal 15 yaitu 237 A masih berada di bawah *setting GFR* dari *outgoing* yaitu 240 A. Sehingga apabila penghantar salah satu fasa putus, maka kenaikan arus netral tidak akan melebihi dari nilai *setting GFR* tadi, hal itu masih dengan asumsi penghantar yang putus pada sisi pangkal jaringan. Apabila penghantar yang putus pada zona 80 % dari panjang jaringan dengan beban merata, akan semakin sulit untuk memunculkan arus netral yang melebihi nilai arus *setting GFR*. Penghantar jenis ini hendaknya dipasang pada jaringan distribusi 3 fasa 3 kawat yang beban masing-masing fasanya mendekati sama dan memiliki sistem pentanahan yang menggunakan tahanan, sehingga nilai *setting GFR*-nya dapat dibuat sekecil mungkin. Nilai *setting GFR* yang kecil akan sangat sensitif terhadap ketidakseimbangan beban yang salah satunya disebabkan oleh putusnya kawat penghantar.

6. KESIMPULAN

Dari pengujian bahan uji hingga pembahasan dan analisa data pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dilihat dari segi dimensinya penghantar AAAC-S sudah memenuhi standar yaitu jumlah kawat penyusun sebanyak 61 buah, diameter kawat di atas 2,25 mm, luas penampang tidak kurang dari 240 mm² dan ketebalan isolasinya tidak kurang dari 3 mm
- b. Pengujian tegangan tembus berkisar antara 61,09 kV hingga 69,02 kV dan

saat pengujian *flashover* juga terjadi tembus dengan nilai tegangan tembusnya berkisar antara 27,02 kV hingga 64,21 kV.

- c. Penghantar jenis ini hendaknya dipasang pada jaringan distribusi 3 fasa 3 kawat yang beban masing-masing fasanya mendekati sama dan memiliki sistem pentanahan yang menggunakan tahanan tinggi pada belitan sekunder trafo tenaga, sehingga nilai *setting GFR*-nya dapat dibuat sekecil mungkin.
- d. Adanya perbedaan nilai tegangan tembus pada pengujian tegangan *flashover* dan pengujian tegangan tembus, yaitu nilai tegangan tembus pada pengujian *flashover* lebih rendah daripada pengujian tegangan tembus adalah karena pada pengujian tegangan *flashover* telah diinjeksikan tegangan uji berkali-kali sehingga menyebabkan menurunnya kekuatan bahan isolasi untuk menahan tegangan. Sehingga pengujian ini juga membuktikan semakin sering bahan isolasi menahan tegangan melebihi tegangan operasionalnya maka isolasi tersebut akan semakin cepat rusak.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. 1994. *Teknik Tegangan Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Kurniawan, Hery. 2013. Pengujian Tegangan Tembus dan Tegangan Kritis Pada Kabel NYFGbY Tegangan Rendah 4x16 mm². Skripsi. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Pambudi, Prastyono Eko dkk. 2012. Pengujian Tegangan Kritis dan Tegangan Tembus Pada

Kabel NYFGbY Tegangan Rendah (Low Voltage) 3x25 mm. Jurnal Teknologi. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.

- PT. PLN (Persero). 1981. SPLN 41-8:1981 *Hantaran Aluminium Campuran*. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara.
- PT. PLN (Persero). 1991. SPLN 41-10:1991 *Penghantar Aluminium Paduan Berselubung Polietilen Ikat Silang (AAAC-S)*. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara.
- PT. PLN (Persero). 2008. *Teknik Tenaga Listrik*. Semarang : PT. PLN (Persero) Udiklat Semarang.
- Putra, Novaria Panca. 2012. Analisis Pengujian Tegangan Tembus dan *Flashover* Pada Isolasi Karet. Skripsi. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Waskito, Hari dkk. 2013. Perancangan Instalasi Listrik Aplikasi Sistem Pemilihan Kabel dan Pemutus pada Proses Pengeboran Minyak dan Gas di Daerah "X". Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.

<https://tugassemester4blog.wordpress.com/2014/05/24/4-relay/>

<http://www.electronics-tutorials.ws/transformer/current-transformer.html>

<http://www.esitas.com.tr/id/urundetay.aspx?ID=14>