

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN KAWAT TANAH TERHADAP GANGGUAN SURJA PETIR PADA SISTEM DISTRIBUSI SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH 20 KV

I Nengah Sunaya

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064, Badung, Bali

Abstrak: Penelitian ini dilakukan pada Penyulang Sempidi Gardu Induk Kapal dalam rangka menganalisis pengaruh pemasangan kawat tanah terhadap gangguan surja petir pada sistem distribusi SUTM 20 kV. Berdasarkan penelitian ditunjukkan bahwa jumlah gangguan penyulang Sempidi akibat sambaran petir sebelum dan sesudah terpasang kabel tanah, terdapat penurunan gangguan sebesar 85,71%, serta penurunan durasi pemadaman sejumlah 38 menit 34 detik. Sudut perlindungan (perisai) pada SUTM yang digunakan sebesar 41° dan 29°. Hal ini berarti sudut tersebut telah sesuai dengan toleransi sudut perlindungan. Dari hasil tersebut, maka perlu dipasangnya pengamanan terhadap surja petir berupa kawat tanah.

Kata kunci: pentanahan, surja petir, gangguan, distribusi, pengamanan

ANALYSIS EFFECT OF USING GROUND WIRE TO LIGHTNING SURGE INTERFERENCE AT 20 KV MEDIUM VOLTAGE AIRLINE DISTRIBUTION SYSTEM

Abstract: The research was carried out on Sempidi feeder in Kapal electric power house to analyse influence of using ground wire to lightning surge interference at 20 kV SUTM distribution system. Based on the research is showed that amount of interference in Sempidi feeder because lightning attack before and after using ground wire, have interference decrement as 85,71%, and also decrement of turned off time duration as 38 minutes 34 seconds. Protection angle at SUTM is used 41° and 29°. That's mean the angle has been matched with the toleration of protection angle. From those result, it need to using protection to lightning surge such as ground wire.

Keywords: grounded, lightning surge, interference, distribution, protection

I. PENDAHULUAN

Bali merupakan daerah tujuan wisata utama di Indonesia, maka sangat membutuhkan kehandalan dalam distribusi tenaga listriknya. Dalam penyaluran tenaga listrik PT. PLN Distribusi Bali menggunakan penyulang / *feeder* 20 kV dengan 3 phase 3 penghantar yang tersebar di seluruh wilayah yang ada di Bali [4],[7],[8].

Dari data yang diperoleh, pada bulan November hingga bulan Maret, wilayah Indonesia khususnya Bali mengalami musim hujan. Tidak jarang setiap hujan terdapat gemuruh disertai petir, di saat terjadi petir di beberapa wilayah penyulang / *feeder* distribusi tenaga listrik PLN beresiko terkena sambaran. Meski sudah dipasangi pengamanan, sistem juga dapat terganggu. Misalnya isolasi tahanan Arrester yang tidak kuat serta sistem pentanahan pada arrester tidak baik sehingga surja petir masuk ke dalam sistem. Akibatnya terdapat gangguan pada penyulang / *feeder*, seperti: penghantar terputus, listrik padam, hingga transformator distribusi rusak. Dengan tingginya frekuensi gangguan SUTM 20 kV akibat surja petir, maka PT. PLN Distribusi Bali memodifikasi

saluran udara tegangan menengah 20 kV dari sistem 3 phase 3 penghantar menjadi 3 phase 4 penghantar. Dengan memasang kawat tanah sepanjang penyulang / *feeder*, dimana kawat tanah ini terpasang pada titik tertinggi dari saluran penyulang / *feeder* sebagai pengamanan saluran terhadap petir. Oleh karena itu, pada wilayah penyulang / *feeder* yang rawan petir sudah mulai direalisasikan pemasangan kawat tanah ini, termasuk penyulang / *feeder* Sempidi di akhir bulan Mei 2011.

Permasalahan

Adapun permasalahan yang ditemui pada penelitian ini adalah :

1. Mengapa perlu dipasangi kawat tanah pada penyulang / *feeder* Sempidi ?
2. Apa tujuan dipasangi kawat tanah pada penyulang / *feeder* Sempidi ?
3. Bagaimana sudut pengamanan surja petir sepanjang penyulang / *feeder* Sempidi?
4. Bagaimana menentukan besar penampang penghantar kawat tanah pada penyulang / *feeder* Sempidi?

5. Bagaimana metode sistem pentanahan yang digunakan pada penyulang / feeder Sempidi?
6. Bagaimana Konstruksi pemasangan Kawat Tanah / *Ground Wire*?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui mengapa sepanjang jaringan penyulang / *Feeder* Sempidi PT. PLN Distribusi Bali diperlukan pemasangan kawat tanah.
2. Memahami tujuan dipasangnya kawat tanah pada sepanjang Jaringan Penyulang / *Feeder* Sempidi PT. PLN Distribusi Bali
3. Untuk mengetahui cara menentukan sudut pengamanan surja petir pada sepanjang jaringan penyulang / *Feeder* Sempidi PT. PLN Distribusi Bali
4. Untuk mengetahui metode sistem pentanahan yang digunakan pada sepanjang jaringan penyulang / *Feeder* Sempidi PT. PLN Distribusi Bali

II. METODE PENELITIAN

Dalam pengumpulan data untuk menyelesaikan penelitian ini ada beberapa metode yang digunakan yaitu studi pustaka, observasi, dan eksperimen.

Instrumen Penelitian

Pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan dengan persamaan – persamaan sebagai berikut:

Dengan rumus pentanahan elektroda batang tunggal:

$$R = \frac{\rho}{2 \pi L} \left(\ln \frac{4 L}{d} - 1 \right) \dots\dots (1)$$

Dimana :

- R = Tahanan pembumian elektroda batang [Ω]
- ρ = Tahanan jenis tanah [$\Omega.m$]
- L = Panjang batang yang tertanam [m]
- d = Diameter elektroda batang [m]

Untuk penentuan besar sudut yang efektif dalam mengamankan jaringan dari surja petir dapat menggunakan rumus:

$$tg \alpha = \frac{A}{t} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $tg \alpha$ = Besar sudut pengamanan surja petir ($^{\circ}$)
- t = tinggi/ jarak penempatan kawat tanah dari sisi teratas transvers (cm)
- A = jarak penghantar terjauh dengan As penyangga kawat tanah (cm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dipakai dalam penelitian ini:

1. Data penyulang Sempidi Gardu Induk Kapal
2. Data sambaran petir pada penyulang Sempidi
3. Data gangguan pada Penyulang Sempidi
4. Data pentanahan penyulang Sempidi GI Kapal

1) Data Penyulang Sempidi GI Kapal

Adapun data yang dimiliki oleh Penyulang Sempidi meliputi panjang JTM, JTR, sambungan TM, juga jumlah dan kapasitas GD ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1: Data Penyulang Sempidi

Spesifikasi	Nilai
Panjang JTM	47771.41 meter
Panjang JTR	101497.04 meter
Kapasitas GD	15695 KVA
Jumlah Trafo GD	79 buah
Jumlah GD	77 buah
Jumlah tiang TM	980 buah
Jumlah tiang TM dengan PE	104 buah
Jumlah tiang TR	2763 buah
Pelanggan TM	10
Panjang sambungan TM	0
Total beban TM	9480000 VA
Jumlah sambungan TM	10 buah
Pelanggan TR	30190
Panjang sambungan TM	386230 meter
Beban TR	58425040 VA
Jumlah sambungan TR	30190 buah

Sumber : PLN (PERSERO) Area Jaringan Bali Selatan

2) Data Sambaran Petir

Berikut adalah data jumlah sambaran petir yang terjadi pada wilayah Penyulang Sempidi pada tahun 2010 hingga 2012.

Tabel 2: Jumlah Sambaran Petir pada Wilayah Penyulang Sempidi

No	Bulan	Tahun		
		2010	2011	2012
1	Jan	160	199	201
2	Feb	125	192	140
3	Mar	48	48	15
4	Apr	0	0	0
5	Mei	0	0	0
6	Jun	9	0	0
7	Jul	172	55	-
8	Agust	11	0	-
9	Sep	0	0	-
10	Okt	0	0	-
11	Nop	9	0	-
12	Des	150	171	-
Total		684	665	356

Sumber : BMKG (Stasiun Geofisika sangkah)

**Data gangguan pada penyulang Sempidi
Frekuensi pemadaman pada penyulang Sempidi**

Gangguan pada penyulang Sempidi akibat serangan petir sehingga terjadi pemadaman pada Penyulang Sempidi antara tahun 2009-2011 (hingga Mei 2011 yaitu saat sebelum pemasangan kawat tanah) ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3: Jumlah Pemadaman Penyulang Sempidi Sebelum Pemasangan Kawat Tanah Akibat Gangguan Hujan/Petir /Gangguan Sementara

No	Bulan	Tahun		
		2009	2010	2011
1	jan	0	1	2
2	feb	1	1	1
3	mar	2	0	1
4	apr	0	0	0
5	mei	0	0	0
6	jun	0	0	-
7	jul	1	2	-
8	agust	1	0	-
9	sep	0	0	-
10	okt	0	0	-
11	nop	1	0	-
12	des	1	1	-
Total		7	5	4

Sumber : PLN (PERSERO) Area Jaringan Bali Selatan

Data pemadaman setelah pemasangan kawat tanah (sejak Juni 2011) ditunjukkan pada tabel 4 terlihat hanya terjadi sekali pemadaman pada bulan Januari 2012.

Tabel 4: Jumlah Pemadaman Penyulang Sempidi Sesudah Pemasangan Kawat Tanah Akibat Gangguan Hujan/Petir /Gangguan Sementara

No	Bulan	Tahun	
		2011	2012
1	jan	2*	1
2	feb	1*	0
3	mar	1*	0
4	apr	0*	0
5	mei	0*	0
6	jun	0	0
7	jul	0	-
8	agust	0	-
9	sep	0	-
10	okt	0	-
11	nop	0	-
12	des	0	-
Total		0	1

Keterangan:

*: sebelum pemasangan kawat tanah

Sumber: PLN (PERSERO) Area Jaringan Bali Selatan

Durasi pemadaman pada penyulang Sempidi

Data lamanya / durasi waktu pemadaman akibat gangguan petir juga dapat dikurangi seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut. Tampak setelah pemasangan kawat tanah hanya sekali terjadi pemadaman (pada tanggal 3 januari 2012) dan durasi pemadamannya lebih singkat dibanding durasi pemadaman sebelum pemasangan kawat tanah.

Tabel 5: Durasi Pemadaman Akibat Gangguan Petir Penyulang Sempidi

Tanggal	Jam_Trip	Jam-Masuk	Durasi	Keterangan
14/02/2009	10:52:39	10:55:57	0.055	Sebelum
13/03/2009	6:27:34	6:29:34	0.033	Sebelum
29/03/2009	14:30:25	14:33:36	0.0531	Sebelum
30/07/2009	5:16:40	5:18:30	0.0306	Sebelum
02/08/2009	16:12:56	16:14:31	0.0264	Sebelum
14/11/2009	7:59:54	8:03:01	0.0519	Sebelum
30/12/2009	0:34:57	0:37:38	0.0447	Sebelum
12/01/2010	6:09:04	6:11:34	0.0417	Sebelum
28/02/2010	1:14:50	1:16:38	0.03	Sebelum
07/07/2010	2:59:14	3:01:34	0.0556	Sebelum
23/07/2010	19:10:41	19:11:31	0.0139	Sebelum
30/07/2010	3:14:50	3:16:38	0.03	Sebelum
02/12/2010	17:58:10	18:00:21	0.0364	Sebelum
14/12/2010	8:29:09	8:31:12	0.0342	Sebelum
01/01/2011	14:18:20	14:21:31	0.0531	Sebelum
03/01/2011	4:49:31	4:51:31	0.033	Sebelum
08/02/2011	15:18:20	15:21:31	0.0531	Sebelum
03/01/2012	6:29:34	6:31:34	0.033	Sesudah

Sumber : PLN (PERSERO) Area Jaringan Bali Selatan

4) Data Pentanahan

Berikut adalah data elektroda batang yang terpasang baik panjang, diameter, tahanan jenis, dan jumlah elektroda (tabel 6) serta juga data pengukuran tahanan pentanahan pada setiap titik dari 24 titik yang terpasang (tabel 7).

Tabel 6: Data Elektroda Batang Yang Terpasang

Panjang (L)	3 meter
Diameter penampang (D)	2 cm (1.5 cm diameter baja dengan 0.25 cm tapisan tembaga)
Tahanan Jennis Tanah	40 Ω m (tanah mengandung air) dan 100 Ω m (tanah pertanian)
jumlah elektroda batang yang terpasang	24 buah

Sumber: PLN (PERSERO) Area Jaringan Bali Selatan

Tabel 7: Data pengukuran tahanan pentanahan setiap titik

titik pentanahan	tahanan pentanahan	titik pentanahan	tahanan pentanahan
1	23.24	13	12.24
2	19.64	14	10.84
3	11.68	15	11.1
4	13.17	16	15.25
5	13.65	17	15.1
6	15.35	18	17.2
7	13.12	19	17.31
8	15.21	20	15.25
9	12.08	21	18.55
10	11.05	22	16.35
11	11.21	23	14.64
12	11.21	24	18.77

5) Penentuan Perlunya dan Tujuan Dipasang Kawat Tanah di Penyulang Sempidi

- a. Dalam perencanaan awal penyulang Sempidi, PLN Distribusi Bali menggunakan sistem Jaringan 3 fasa 3 kawat, pada saat itu sambaran petir dianggap tidak langsung mengenai jaringan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir dilihat dari data gangguan sebelum terpasangnya kawat tanah, terdapat sejumlah gangguan akibat petir. Dari data awal tahun 2009 terdapat 7 kali gangguan akibat petir, pada tahun 2010 terdapat 5 kali gangguan dan dari Januari hingga Mei 2011 terdapat 4 kali gangguan akibat petir. Sehingga mengurangi kehandalan kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan.
- b. Persentase penurunan jumlah gangguan setahun sebelum terpasang kawat tanah (periode Juni 2010 s/d Mei 2011) dan jumlah gangguan setelah terpasang kawat tanah (periode Juni 2011 s/d Mei 2012) dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \text{penurunan persentase} &= \text{persentase } T_0 - \text{persentase } T_1 \\ \text{persentase } T_1(\%) &= \frac{1}{7} \times 100\% \\ \text{persentase } T_1(\%) &= 14,29\% \\ \text{penurunan persentase} &= 100\% - 14,29\% \\ \text{penurunan persentase} &= 85,71\% \end{aligned}$$

6) Penentuan Besar Penampang Penghantar Kawat Tanah

Dalam pemasangan kawat tanah dimana penghantar yang digunakan jenis AAAC, dengan luas penampang 35 mm² s/d 75 mm². sedangkan dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik ditetapkan dalam pemasangan penghantar pembumian dipergunakan jenis penghantar BC dengan luas penampang minimal 50 mm². Karena mempergunakan jenis penghantar yang berbeda harus diperhitungkan berapa luas penampang AAAC untuk mengganti penghantar BC dengan luas penampang 50 mm². Dalam penentuan luas penghantar dapat melakukan perbandingan dari KHA Penghantar yang dipersyaratkan. [1],[2],[3] KHA penghantar BC dengan penampang 50 mm² adalah 250 A.

Dari KHA tersebut dapat menentukan Luas Penampang jika mempergunakan kawat AAAC, dengan melihat table kawat AAAC. Dari table kawat AAAC untuk mencari KHA 250A dapat mempergunakan kawat AAAC dengan luas penampang 70 mm² dengan KHA 255 A.

7) Sistem Pentanahan Kawat Tanah yang Digunakan di Penyulang Sempidi

Dalam sistem pentanahan kawat tanah yang terpasang pada penyulang Sempidi menggunakan elektroda batang, kawat tanah diketanahkan setiap 5 GW. Pentanahan ini terpasang dengan tahanan terkecil 10,84 ohm dan tahanan terbesar 23,24 ohm, meski dapat diterima. Sebaiknya dilakukan sistem pentanahan sebaik mungkin agar perlindungan lebih baik. Untuk perhitungan resistansi dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut pada titiap titik pentanahan.

$$23.24 = \frac{\rho}{2 \times 3.14 \times 3} \left(\ln \frac{4 \times 3}{0.02} - 1 \right) \dots (3)$$

Keterangan:

- R : Nilai resistansi
- ρ : Nilai hambatan jenis

Dalam perhitungan resistansi tanah terhadap setiap titik, dapat menggunakan persamaan 2.3:

Contoh: titik pentanahan 1

$$\begin{aligned} 23.24 &= \frac{\rho}{2 \times 3.14 \times 3} \left(\ln \frac{4 \times 3}{0.02} - 1 \right) \\ 23.24 &= \frac{\rho}{18.84} (6.3969 - 1) \\ 23.24 \times 18.84 &= \rho (5.3969) \\ \rho &= \frac{437.04}{5.3969} = 81.2 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Sistem pentanahan untuk kawat tanah yang baik digunakan dipenyulang sempidi dapat diperhitungkan menggunakan besar tahanan jenis

tanah yang sudah dihitung, masing-masing pentanahan sebaiknya memiliki resistensi maksimum 5 ohm.

Tabel 8: Hasil perhitungan tahanan jenis tanah masing-masing titik pentanahan

titik pentanahan	Rbt (ohm) pengukuran	L (meter)	d (meter)	P (ohm.m)
1	23.24	3	0.02	81.12835
2	19.64	3	0.02	68.56114
3	11.68	3	0.02	40.77363
4	13.17	3	0.02	45.97506
5	13.65	3	0.02	47.65069
6	15.35	3	0.02	53.58521
7	13.12	3	0.02	45.80052
8	15.21	3	0.02	53.09648
9	12.08	3	0.02	42.16999
10	11.05	3	0.02	38.57437
11	11.21	3	0.02	39.13291
12	11.21	3	0.02	39.13291
13	12.24	3	0.02	42.72853
14	10.84	3	0.02	37.84128
15	11.1	3	0.02	38.74891
16	15.25	3	0.02	53.23612
17	15.1	3	0.02	52.71248
18	17.2	3	0.02	60.04336
19	17.31	3	0.02	60.42736
20	15.25	3	0.02	53.23612
21	18.55	3	0.02	64.75606
22	16.35	3	0.02	57.0761
23	14.64	3	0.02	51.10667
24	18.77	3	0.02	65.52406

Sumber: hasil perhitungan dan pengukuran

Untuk mendapatkan nilai pentanahan maksimum 5 ohm, ubah mempergunakan elektroda batang dengan panjang 6 dan luas penampang 3 cm². jika masih belum memenuhi dapat menggunakan sistem pentanahan paralel.

Pentanahan titik 1:

$$R = \frac{82}{2 \times 3.14 \times 3} (\ln \frac{4 \times 3}{0.02} - 1)$$

$$R = \frac{82}{18.84} (6.3969 - 1)$$

$$R = 4.35 (5.3969)$$

$$R = 23.48 \text{ ohm}$$

Perhitungan tahanan pentanahan pada salah satu titik pentanahan, pentanahan titik 1:

$$R = \frac{82}{2 \times 3.14 \times 6} (\ln \frac{4 \times 6}{0.03} - 1)$$

$$R = \frac{82}{37.68} (6.6846 - 1)$$

$$R = 2.153 (5.6846)$$

$$R = 12.24 \text{ ohm}$$

$$R \leq 5 \text{ ohm} = \frac{12.24}{5} = 2.448 \text{ buah}$$

Agar dibawah 5 ohm maka hasil perhitungan dibulatkan dengan menggunakan 3 buah batang elektroda

Tabel 9: Sistem pentanahan yang baik digunakan pada masing-masing titik pentanahan

Titik Pentanahan	Rbt (ohm) Pengukuran	L (meter)	d (meter)	jumlah paralel	Rbt ohm
1	82	6	0.03	3	4.079823
2	69	6	0.03	3	3.447837
3	41	6	0.03	2	3.075667
4	46	6	0.03	2	3.468025
5	48	6	0.03	2	3.594422
6	54	6	0.03	2	4.042079
7	46	6	0.03	2	3.454859
8	53	6	0.03	2	4.005214
9	43	6	0.03	2	3.180998
10	39	6	0.03	2	2.909771
11	40	6	0.03	2	2.951903
12	40	6	0.03	2	2.951903
13	43	6	0.03	2	3.22313
14	38	6	0.03	2	2.854472
15	39	6	0.03	2	2.922937
16	54	6	0.03	2	4.015747
17	53	6	0.03	2	3.976248
18	60	6	0.03	2	4.529236
19	61	6	0.03	2	4.558202
20	54	6	0.03	2	4.015747
21	65	6	0.03	2	4.884728
22	57	6	0.03	2	4.305407
23	52	6	0.03	2	3.855117
24	66	6	0.03	2	4.94266

Sumber: hasil perhitungan

9) Analisis Perlu Dipasanginya Kawat Tanah

Dilihat dari jumlah gangguan surja petir langsung terhadap penghantar fasa SUTM 20 KV yang terjadi pada penyulang Sempidi dari awal tahun 2009 s/d Mei 2011 terdapat gangguan sebanyak 16 kali. Sehingga perlunya pemasangan kawat tanah pada bagian teratas SUTM, sebagai perlindungan SUTM terhadap sambaran petir langsung dengan memperhitungkan prisai perlindungan, luas penampang kawat yang digunakan, sistem pembumiannya, dan juga konstruksi. [13]

Sistem pentanahan untuk kawat tanah yang baik digunakan di penyulang Sempidi dapat diperhitungkan menggunakan besar tahanan jenis tanah yang sudah dihitung. Dalam menentukan besar penampang yang digunakan untuk kawat tanah, pada perencanaan, PLN menggunakan perbandingan dari penghantar BC dengan luas penampang 50 mm² menjadi AAAC dengan luas penampang 70 mm². Ukuran tersebut didapat dari perbandingan KHA kedua jenis penghantar tersebut, sedangkan kawat tanah yang terpasang

jenis AAAC dengan luas penampang 35 mm², 50 mm² dan 70 mm². Hal tersebut didapat dari besarnya arus gangguan akibat sambaran petir langsung pada lokasi pemasangan penghantar.

10) Pentanahan Kawat Tanah

Dalam sistem pentanahan kawat tanah ini mempergunakan elektroda batang sebagai penetralisir arus sambaran petir ke bumi. Dalam sistem pentanahan yang baik digunakan pada penyulang sempidi adalah mempararel beberapa elektroda batang sejumlah 2-3 elektroda di masing-masing titik pentanahan, dengan batang elektroda yang memiliki ukuran panjang 6 meter dan luas penampang 3 cm². Sehingga didapat nilai pentanahan dibawah 5 ohm. Agar memenuhi standar pemasangan kawat tanah, ketentuan dan standar pengamanan terhadap sambaran petir langsung harus terpenuhi agar mencapai tujuan yang diharapkan. Konstruksi yang baik digunakan pada penyulang sempidi kawat tanah center as terhadap tiang karena lingkungannya lebih terbuka.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah diuraikan di atas, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Dilihat dari data jumlah gangguan penyulang sempidi akibat sambaran petir sebelum dan sesudah terpasang, terdapat penurunan gangguan sebesar 85,71%, serta penurunan durasi pemadaman sejumlah 38 menit 34 detik. Dilihat dari data tersebut, maka perlu dipasangnya pengamanan terhadap Surja petir berupa kawat tanah.
2. Sebagai pengamanan SUTM terhadap Surja Petir langsung dan untuk meningkatkan kehandalan sistem pendistribusian tenaga listrik.
3. Dalam menentukan besar penampang yang digunakan untuk kawat tanah, pada perencanaan, PLN menggunakan perbandingan KHA kedua jenis penghantar yang telah distandarkan dan yang terpasang. Namun yang terrealisasi didapat dari besarnya arus gangguan akibat sambaran petir langsung pada lokasi pemasangan penghantar.
4. Dalam sistem pentanahan kawat tanah ini mempergunakan elektroda batang sebagai penetralisir arus sambaran petir ke bumi. Dimana dalam pengukuran pentanahannya tahanan terkecil 10.84 ohm dan tahanan terbesar 23.24 ohm, masih dapat diterima.
5. Dalam membuat standart konstruksi kawat tanah ini, sudah masuk dalam standart yang diharapkan. Dan pemasangannya menggunakan

konstruksi awal dan akhir penyangga kawat tanah serta Konstruksi kawat tanah center As dengan tiang.

2. Saran

Dalam pemasangan kawat tanah, untuk masing-masing komponen harus memenuhi standar yang diharapkan. Misalnya

- Besar luas penampang kawat tanah sesuai ketentuan dimana jika menggunakan BC luasnya minimal 50 mm², jika menggunakan jenis lain harus membandingkan dengan KHA penghantarnya, selain itu arus gangguan pada lokasi juga sangat penting.
- Kemudian besar tahanan pentanahan pada penyulang sempidi meski bisa diterima, diharapkan dilakukan perbaikan agar pengamanan lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] AS. PABLA. *Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta, 1994.
- [2.] Daman Suparman. 2010. *Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi*. Available from <http://daman48.files.wordpress.com/2010/11/materi-10-sistem-pentanahan-jaringan-distribusi.pdf> Accessed on June 02th 2012.
- [3.] Departemen Pekerjaan Umum No: 378/KPTS/1987. *Penghantar Untuk Penyulur Petir*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [4.] Gonen, Turan. *Electric Power Distribution System Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book Company, 1986.
- [5.] Moelyono, Nono. *Pengantar Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Surabaya: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, ITS, 1999.
- [6.] Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000.
- [7.] PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 5, Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. Jakarta Selatan: PT.PLN (Persero).
- [8.] Setyo Rendra, Prabudhi. 2007. *Sistem Jaringan Distribusi 20 kV*. Available from <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-8336-2203109014-bab%201.pdf>. Accessed on Mei 05th 2012.
- [9.] Soekarto, J. Pola Sistem Distribusi dan Pelanggan. Bandung: Program Kerja Sama PLN-ITB, 1993.
- [10.] SPLN 2 : 1978. *metoda pentanahan untuk sistem transmisi tegangan tinggi 500 kV , 150 kV dan Distribusi tegangan menengah 20 kV*. Jakarta: Perusahaan Umum Listrik Negara.
- [11.] SPLN 41-8.1981. *Hantaran Aluminium Campuran (AAAC)*. Jakarta: PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero).

