

Analisa Teknis - Ekonomis - Penambahan Larutan Garam Guna Memperkecil Nilai Resistivitas Tanah untuk Sistem Pentanahan pada Instalasi Listrik Tegangan Rendah

Abu Bakar & Suharto

*Program Studi Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak
Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124
E-mail: a_bukatek@yahoo.co.id*

Abstrak: Salah satu komponen penting yang berkaitan dengan sistem instalasi listrik pada suatu bangunan adalah sistem pentanahan/grounding. Pentanahan yang dipasang harus memiliki nilai yang kecil, ini dimaksudkan jika terjadi kegagalan isolasi ataupun adanya arus petir maka pentanahan ini segera mengalirkan arus lebih ketanah, sehingga instalasi tersebut aman dari bahaya tegangan sentuh yang menetap dan bahaya dari arus induksi petir yang dapat merusak perangkat elektronik yang terpasang. Semakin kecil nilai tahanan pentanahan yang terpasang maka semakin baik sistem pentanahannya/grounding. Kendala yang biasa dihadapi oleh para teknisi instalatir dalam pemasangan pentanahan bila pemasangan pentanahan pada tanah yang nilai resistifitasnya sangat tinggi, jika resistifitas tanah tinggi maka akan sulit untuk mendapatkan nilai pentanahan yang rendah, disini diperlukan analisa ekonomis, apakah akan tetap memasang batang elektroda dengan cara memparalel dengan beberapa buah batang elektroda ataukah dengan cara memasukkan komponen larutan garam kedalam lubang tempat batang elektroda ditanam. Dari hasil penelitian ternyata dengan memberikan larutan garam dengan konsentrasi 100% pada kebel NYA 6 mm, BC 256 mm, dan kabel BC 50mm, rata-rata penurunan mencapai 34,875%.

Kata kunci: elektroda tanah, resistifitas/tahanan jenis tanah, nilai pentanahan.

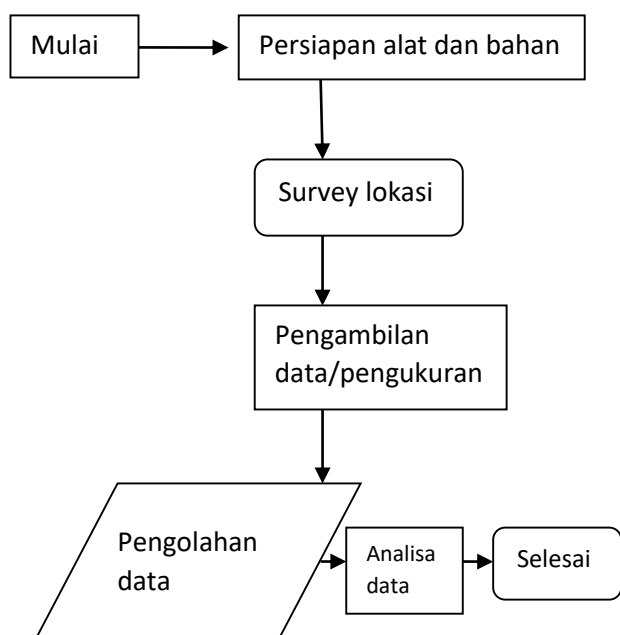
Pemasangan Sistem pentanahan /grounding pada suatu instalasi listrik merupakan bagian yang sangat penting untuk diperhatikan, kesalahan dalam pemasangan seperti nilai yang tidak sesuai standar PUIL, akan berakibat fatal dan berbahaya pada instalasi tersebut. Dalam sistem pentanahan, semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak merusak peralatan, yang berarti semakin baik sistem pentanahan tersebut. Dalam pengerjaan pemasangan sistem pentanahan beberapa factor yang harus diperhatikan antara lain: Kondisi tanah yang akan dipasang grounding; Jenis

elektroda yang akan digunakan; dan Ukuran elektroda yang digunakan.

Kondisi tanah dengan nilai resistifitas yang rendah tidak sulit untuk mendapatkan nilai pentanahan yang diinginkan sesuai PUIL, untuk jenis tanah dengan nilai resistifitas yang tinggi akan lebih sulit untuk mendapatkan nilai pentanahan yang rendah. Untuk itu salah satu cara untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan yang rendah pada resistifitas/tahanan jenis tanah yang besar adalah dengan perlakuan kimiawi tanah (soil treatment) berupa penambahan zat aditif pada tanah. Beberapa zat aditif yang biasa digunakan adalah bentonit, garam, dan arang, dengan

penambahan zat aditif ini akan membuat resistifitas tanah menjadi rendah.

Menurut Kerasta, (2003) terdapat perbedaan secara signifikan antara pentanahan tanpa penambahan zat aditif berupa garam dengan penambahan garam. Sedangkan Huwae, (2004) mengatakan sistem pentanahan dengan penambahan zat aditif berupa bentonit mengakibatkan penurunan nilai tahanan pentanahannya.. Kedua jenis zat aditif tersebut dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan. Penelitian ini diteliti mengenai penambahan larutan garam terhadap nilai tahanan pentanahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan garam terhadap nilai tahanan pentanahan dan diharapkan dapat digunakan sebagai acuan didalam perencanaan atau pemasangan sistem pentanahan. Penelitian ini dibatasi hanya pada jenis tanah dengan resistifitas yang tinggi seperti tanah liat.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

METODE

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan mengamati dan melakukan pengukuran tahanan pembumian di lapangan. Analisa data dan melakukan perbandingan hasil antara pengukuran data perhitungan.

Analisa rancang bangun instalasi yang sesuai dengan standar PUIL.

HASIL

Pengukuran pentanahan sebelum diberi Air Garam.

Tabel 1. Pengukuran kabel NYA 6 mm² tanpa larutan garam

No	Kedalamam (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	9,30	9,32	9,32	9,31
2.	1,5	5,95	5,97	5,98	5,96
3.	2	4,56	4,55	4,54	4,55
4.	3	2,41	2,42	2,43	2,42

Tabel 2. Pengukuran kabel BC 25 mm² tanpa larutan garam

No	Kedalamam (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	8,46	8,47	8,44	8,46
2.	1,5	5,82	5,83	5,83	5,83
3.	2	3,59	3,58	3,57	3,58
4.	3	2,38	2,39	2,40	2,39

Tabel 3. Pengukuran kabel BC 50 mm² tanpa larutan garam

No	Kedalamam (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	8,42	8,43	8,43	8,43
2.	1,5	5,55	5,56	5,56	5,56
3.	2	3,53	3,54	3,55	3,54
4.	3	2,38	2,39	2,40	2,39

Pengukuran pentanahan dengan memberikan larutan garam dengan

perbandingan ; Air : Garam = 1 : 1 (konsentrasi larutan 100 %).

Tabel 4. Pengukuran kabel NYA 6 mm² dengan larutan garam 100%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,80	3,81	3,81	3,81
2.	1,5	3,48	3,50	3,48	3,49
3.	2	3,04	3,06	3,06	3,05
4.	3	2,05	2,04	2,06	2,05

Tabel 5. Pengukuran kabel BC 25 mm² dengan larutan garam 100%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,71	3,74	3,73	3,73
2.	1,5	3,28	3,29	3,27	3,28
3.	2	2,59	2,59	2,59	2,59
4.	3	2,08	2,09	2,10	2,09

Tabel 6. Pengukuran kabel BC 50 mm² dengan larutan garam 100%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,76	3,78	3,80	3,78
2.	1,5	3,48	3,48	3,46	3,47
3.	2	2,65	2,67	2,64	2,65
4.	3	2,20	2,21	2,22	2,21

Pengukuran pentanahan dengan memberikan larutan garam dengan perbandingan; Air : Garam = 1 : 1 (konsentrasi larutan 50%),

Tabel 7. Pengukuran kabel NYA 6 mm² dengan larutan garam 50%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,68	3,68	3,72	3,69
2.	1,5	3,73	3,73	3,77	3,59
3.	2	3,50	3,52	3,53	3,51
4.	3	2,25	2,25	2,24	2,25

Tabel 8. Pengukuran kabel BC 25 mm² dengan larutan garam 50%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,61	3,61	3,61	3,61
2.	1,5	3,43	3,41	3,43	3,42
3.	2	2,66	2,63	2,62	2,64
4.	3	2,11	2,09	2,10	2,10

Tabel 9. Pengukuran kabel BC 50 mm² dengan larutan garam 50%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,74	3,72	3,76	3,74
2.	1,5	3,47	3,50	3,50	3,49
3.	2	2,64	2,66	2,63	2,64
4.	3	2,12	2,22	2,05	2,13

Pengukuran pentanahan dengan memberikan larutan garam dengan perbandingan; Air : Garam = 1 : 1 (konsentrasi larutan 25%)

Tabel 10. Pengukuran kabel NYA 6 mm² dengan larutan garam 25%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,55	3,56	3,54	3,55
2.	1,5	3,28	3,29	3,28	3,28
3.	2	2,97	2,98	2,99	2,98
4.	3	2,14	2,13	2,12	2,13

Tabel 11. Pengukuran kabel BC 25 mm² dengan larutan garam 25%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,60	3,62	3,61	3,61
2.	1,5	3,27	3,29	3,30	3,29
3.	2	2,55	2,55	2,57	2,56
4.	3	2,10	2,7	2,68	2,49

Tabel 12. Pengukuran kabel BC 50 mm² dengan larutan garam 25%

No	Kedalaman (meter)	Pengukuran (Ohm)			Rata-rata (Ohm)
		I	II	III	
1.	1	3,55	3,58	3,54	3,56
2.	1,5	3,16	3,19	3,21	3,19
3.	2	2,73	2,72	2,74	2,73
4.	3	2,19	2,20	2,18	2,19

Analisa Hasil Pengukuran. Pengukuran dengan Kabel NYA 6 mm²

Tabel 13. Pengukuran total kabel NYA 6mm²

No	Kedalaman meter	Pengukuran Dengan kabel NYA 6 mm ² (OHM)			
		Tanpa Garam	Dengan Garam 100%	Dengan garam 50 %	Dengan garam 25 %
1.	1	9,31	3,81	3,69	3,55
2.	1,5	5,96	3,49	3,59	3,28
3.	2	4,55	3,05	3,51	2,98
4.	3	2,42	2,05	2,25	2,13

Pengukuran dengan Kabel BC 25 mm².

Tabel 14. Pengukuran total Kabel BC 25 mm²

No	Kedalaman meter	Pengukuran Dengan kabel BC 25 mm ² (OHM)			
		Tanpa Garam	Dengan Garam 100%	Dengan garam 50 %	Dengan garam 25 %
1.	1	8,46	3,73	3,61	3,61
2.	1,5	5,83	3,28	3,42	3,29
3.	2	3,58	2,59	2,64	2,56
4.	3	2,39	2,09	2,10	2,49

Pengukuran dengan Kabel BC 50 mm².

Tabel 15. Pengukuran total Kabel BC 50 mm²

No	Kedalaman meter	Pengukuran Dengan kabel BC 50 mm ² (OHM)			
		Tanpa Garam	Dengan Garam 100%	Dengan garam 50%	Dengan garam 25%
1.	1	8,43	3,78	3,74	3,56
2.	1,5	5,56	3,47	3,49	3,19
3.	2	3,54	2,65	2,64	2,73
4.	3	2,39	2,21	2,13	2,19

Perhitungan Resistivitas Tanah Sebelum Diberi Air Garam. Perhitungan resistifitas tanah untuk elektroda batang dengan menggunakan rumus:

$$R_g = R_r = \frac{\rho}{2\pi L_r} \left(\ln \left(\frac{4L_r}{A_r} \right) - 1 \right)$$

Dimana: R_g = Tahanan pentanahan (Ohm); R_r = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (Ohm); ρ = Tahanan jenis tanah/resistivitas tanah (Ohm-meter); L_r = panjang elektroda (meter); A_r = Diameter elektroda (meter).

Hasil perhitungan seperti yang diperlihatkan pada tabel 16, tabel 17, tabel 18, tabel 19, tabel 20 dan tabel 21.

Tabel 16. Pengukuran resistifitas tanah sebelum diberi larutan garam kabel NYA 6 mm²

Kedalaman (meter)	Rata-rata (Ohm)	Resistifitas Tanah Ω -Meter/Ohm - meter
1	9,31	8,388
1,5	5,96	7,617
2	4,55	7,460
3	2,42	5,649
Rata-rata		7,2786

Tabel 17. Perhitungan resistifitas tanah sebelum diberi air garam- kabel BC 25 mm²

Kedalaman (meter)	Rata-rata (Ohm)	<i>Resistivitas</i>
		Tanah Ω -Meter/Ohm -meter
1	8,46	8,4925
1,5	5,83	8,2436
2	3,58	6,4725
3	2,39	6,1203
Rata-rata		7,332

Tabel 18. Perhitungan resistifitas tanah sebelum diberi air garam, kabel BC 50 mm²

Kedalaman (meter)	Rata-rata (Ohm)	<i>Resistivitas</i>
		Tanah Ω -Meter/Ohm -meter
1	8,43	8,9576
1,5	5,56	8,2929
2	3,54	6,736
3	2,39	6,423
Rata-rata		7,6023

Perhitungan *Resistivitas* Tanah Setelah Diberi Air Garam 100%

Tabel 19. Perhitungan *resistivitas* tanah setelah diberi air garam - kabel NYA 6 mm²

Kedalaman (meter)	Rata-rata (Ohm)	<i>Resistifitas</i>
		Tanah Ω -Meter/Ohm -meter
1	3,81	3,432
1,5	3,49	4,4607
2	3,05	5,001
3	2,05	4,7858
Rata-rata		4,4198

Tabel 20. Perhitungan *resistivitas* tanah setelah diberi air garam- kabel BC 25 mm²

Kedalaman (meter)	Rata-rata (Ohm)	<i>Resistifitas</i>
		Tanah Ω -Meter/Ohm -meter
1	3,73	3,7443
1,5	3,28	4,6379
2	2,59	4,6826
3	2,09	5,352
Rata-rata		4,604

Tabel 21. Perhitungan resistifitas tanah setelah diberi air garam- Kabel BC 50 mm²

Kedalaman (meter)	Rata-rata (Ohm)	<i>Resistifitas</i>
		Tanah Ω -Meter/Ohm -meter
1	3,78	4,0165
1,5	3,47	5,17558
2	2,65	5,0425
3	2,21	6,0196
Rata-rata		5,06356

Persentase Perubahan Penurunan Resistansi Pentanahan Sebelum dan Sesudah diberi larutan Garam. *Persentase penurunan* (%) = $\left| \frac{\text{kondisi akhir} - \text{kondisi awal}}{\text{kondisi awal}} \right| \times 100\%$.

Kondisi awal yang dimaksud adalah sebelum diberi larutan garam, sedangkan kondisi akhir adalah setelah elektroda diberi larutan gram, hasilnya seperti yang diperlihatkan pada tabel 22., tabel 23. dan tabel 24.

Tabel 22. Persentase Perubahan Penurunan Resistansi Pentanahan Kabel NYA 6 mm²

Kedalaman (meter)	Sebelum penambahan Garam (Ohm)	Setelah Penambahan Garam 100 % (Ohm)	Persentase penurunan %
1	9,31	3,81	59,07
1,5	5,96	3,49	41,44
2	4,55	3,05	32,96
3	2,42	2,05	15,28
Rata-rata			37,18

Tabel 23. Persentase Perubahan Penurunan Resistansi Pentanahan Kabel BC 25 mm²

Kedalaman (meter)	Sebelum penambahan Garam (Ohm)	Setelah Penambahan Garam 100 % (Ohm)	Persentase penurunan %
1	8,46	3,73	55,556
1,5	5,83	3,28	43,739
2	3,58	2,59	27,653
3	2,39	2,09	12,550
Rata-rata			34,875

Tabel 24. Persentase Perubahan Penurunan Resistansi Pentanahan Kabel BC 50 mm²

Kedalaman (meter)	Sebelum penambahan Garam (Ohm)	Setelah Penambahan Garam 100 % (Ohm)	Persentase penurunan %
1	8,43	3,78	55,16
1,5	5,56	3,47	37,59
2	3,54	2,65	25,14
3	2,39	2,21	7,53
Rata-rata			31,36

Hasil pengukuran dari ketiga komponen kabel yang digunakan yaitu kabel NYA 6 mm², BC 25 mm² dan BC 50 mm², terjadi perubahan

nilai tahanan setelah diberi larutan garam seperti yang diperlihatkan pada tabel diatas. Persentase perubahan penurunan resistansi pentanahan dari ketiga jenis kabel sebelum dan sesudah diberi larutan garam 100 % ada sedikit perbedaan, untuk kabel NYA 6 mm² persentase perubahan penurunan resistansi pentanahan *rata-rata 37,186%*, kebel BC 25 mm² *rata – rata 34,875%*, dan kabel BC 50 mm² *rata-rata 31,36%*. Jika dilihat dari hasil tersebut maka semakin besar ukuran kabel maka penurunan resistansi semakin mengecil.

Untuk nilai resistifitas tanah sebelum diberi larutan garam umumnya nilainya hampir mendekati sama dari pengukuran ketiga jenis kabel, yaitu pengukuran dengan kabel NYA 6 mm², nilai resistifitas tanah *7,2786 ohm-meter*, untuk kabel BC 25 mm² nilai resistifitas tanah *7,332 ohm-meter*, kabel BC 50 mm² nilai resistifitas tanah *7,6023 ohm-meter*. Nilai resistifitas tanah pada daerah pengukuran sebelum diberi larutan garam rata-rata *7,4043 ohm-meter*. Setelah diberi larutan garam terjadi perubahan nilai resistifitas tanah seperti yang diperlihatkan pada tabel 19, tabel 20 dan tabel 21.

Analisa Ekonomis. Jika ditinjau dari segi ekonomis jelas adanya penghematan dari segi biaya jika menggunakan larutan garam agar tahanan yang diinginkan tercapai seperti yang diperlihatkan pada tabel 13 dan gambar 1, pada saat kabel NYA 6 mm² ditanam pada kedalaman 1 meter maka hasil tahanan elektroda batang mencapai 9,31 ohm, setelah diberi larutan garam 100% maka tahanan elektroda berubah menjadi 3,81 ohm. Jika daya yang terpasang pada rumah sebesar 900 VA maka tahanan grounding sudah memenuhi syarat dengan nilai sebesar 3,81 ohm. Jika tidak menggunakan larutan garam maka untuk mendapatkan nilai tahanan yang kecil elektroda harus ditanamkan lebih dalam lagi, seperti yang diperlihatkan pada tabel 13, dengan penanaman

sedalam 3 meter maka tahanan elektroda mencapai 2,42 ohm. Dari segi biaya tentu saja ini menjadi lebih mahal, karena menambah panjang batang elektroda dengan harga yang tentu lebih mahal.

SIMPULAN

Pemberian larutan garam dapat menurunkan nilai resistifitas tanah, persentase penurunan nilai pentanahan dengan memberikan larutan garam 100%, pada kabel NYA 6 mm, BC 256 mm, dan kabel BC 50mm, rata-rata penurunan 34,875%.

Secara teknis nilai pentanahan dapat juga diturunkan dengan cara memperdalam penanaman batang elektroda ataupun dengan cara memparalel batang elektroda tersebut, cara ini tentu memerlukan biaya yang besar, dengan memberikan larutan garam biaya instalasi pentanahan grounding secara ekonomis menjadi lebih murah.

Perlu perawatan/pengukuran rutin pada grounding yang diberi larutan garam, karena resistifitas tanah akan berubah disebabkan perubahan cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, Abdul. 1991. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Hutauruk, T. S. 1991. *Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Erlangga.
- Harten dan Setiawan, E., 1980. *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*. Binacipta: Bandung.
- Smith, Ken Oldham. 1997. *Electrical Safty & The Law*, Third Edition, Blackwell Science Publication, Ltd.
- Isaac, S. & Michael, W.B. 1971. *Handbook in Research and Evaluation, A Colection of Principles, Methods and Strategies Useful in Education and The Behavioral*

Sciences. California: Robert R. Knaap Publisher.

Harten dan Setiawan, E. 1980. *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*. Binacipta: Bandung.

PUIL. 2000

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.