

Soil Treatment Terhadap Tahanan Pentanahan dengan Abu Cangkang Sawit

Liliana¹, Winda Meifiefta²

Program Studi Teknik Elektro UIN Suska Riau
Jl. H.R. Soebrantas KM.15 No.155 Tuahmadani Tampan-Pekanbaru 28293 PO Box. 1004
Telp. 0761-562051/Fax. 0761-562052
e-mail: liliana@uin-suska.ac.id

Abstrak

Suatu sistem pentanahan dirancang untuk melindungi sistem dan peralatan tenaga listrik dari dampak gangguan arus lebih yang bisa merusak. Sistem pentanahan yang baik harus memiliki tahanan pentanahan sekecil mungkin yaitu memenuhi batas aman. Namun tahanan pentanahan sangat tergantung dengan jenis tanah, semakin besar tahanan jenis tanah maka tahanan pentanahanpun semakin besar. Untuk mencapai tahanan pentanahan sesuai dengan standar maka dilakukan soil treatment. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi tahanan pentanahan dengan dengan penambahan zat aditif abu cangkang sawit pada lokasi yang memiliki nilai tahanan jenis tanah tinggi. Penambahan zat aditif dilakukan dengan metode Parit Melingkar dengan memvariasikan penanaman elektroda batang tunggal 0.5 m, 0.75 m, dan 1 m. Pengukuran dilakukan pada dua keadaan sebelum dan setelah penambahan zat aditif. Sebelum penambahan zat aditif menghasilkan nilai tahanan pentanahan untuk ketiga kedalaman elektroda sebesar 1280.44 Ω , 937.8 Ω , dan 649.44 Ω . Setelah penambahan zat aditif untuk ketiga kedalaman elektroda didapatkan nilai tahanan pentanahan sebesar 1058,2 Ω , 843 Ω , dan 564,4 Ω . Hasil ini membuktikan terjadi penurunan tahanan pentanahan sebesar 15,15% sampai dengan 21% yang telah memenuhi standar IEEE (142-1983) yaitu penurunan tahanan pentanahan dengan penambahan zat aditif berkisar dari 15% sampai dengan 90%.

Kata kunci: Sistem Pentanahan, tahanan jenis tanah, soil treatment, abu cangkang sawit, elektroda batang tunggal

Abstract

A grounding system is designed to protect electrical power systems and equipment from the damaging effects of overcurrent disturbances. A good grounding system must have the smallest possible grounding resistance is full the safe limits. However, grounding resistance is very dependent on soil type, the greater the soil type resistance, the greater the grounding resistance. To achieve the expected grounding resistance a soil treatment is given. This study aims to reduce grounding resistance by adding palm kernel shell ash additives in locations that have high soil resistivity values. The addition of additives was carried out using the Circular Trench Method by varying the planting of single rod electrodes 0.5 m, 0.75 m, and 1 m. Measurements were made in two conditions before and after the addition of the additive. Before the addition of the additive, the value of grounding resistance for the three electrode depths was 1280.44 Ω , 937.8 Ω , and 649.44 Ω . After the addition of additives for the three electrode depths, grounding resistance values were obtained of 1058.2 Ω , 843 Ω , and 564.4 Ω . These results prove that there is a decrease in grounding resistance by 15.15% to 21% which meets IEEE standards (142-1983), namely a decrease in grounding resistance with the addition of additives ranging from 15% to 90%.

Keywords: grounding system, soil resistivity, soil treatment, palm shell ash, single rod electrodes

1. Pendahuluan

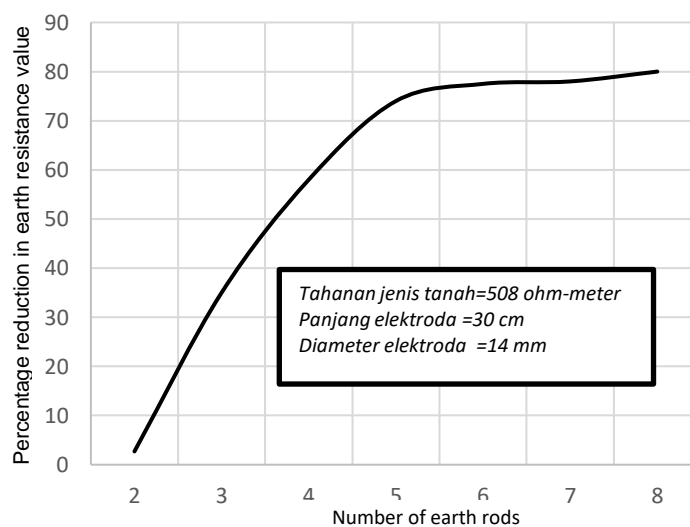
Seiring dengan perkembangan beban listrik yang terus meningkat menyebabkan sistem tenaga listrik terus berkembang baik panjang maupun tegangannya sehingga arus gangguan yang mengalir ke tanah akan lebih besar dan busur api yang muncul tidak bisa padam sendiri. Hal ini bisa menimbulkan tegangan lebih transien yang sangat tinggi sehingga sangat berbahaya bagi sistem, oleh karena itu, sangat diperlukan rancangan suatu sistem yang dapat mengatasi gangguan tersebut. Sistem pengamanan yang dimaksud adalah sistem pentanahan [1].

Sistem pentanahan hendaknya memiliki tahanan pentanahan yang memenuhi standar aman yang dimungkinkan untuk mengantisipasi gangguan yang terjadi. Tahanan pentanahan sedapatnya memiliki nilai sekecil mungkin agar dapat menyalurkan arus gangguan dengan baik ke tanah. Namun tahanan pentanahan sangat bergantung dengan tahanan jenis tanah, semakin

kecil tahanan jenis tanah semakin mudah untuk mencapai tahanan pentanahan yang memenuhi standar aman [2]. Sebagaimana yang ditetapkan oleh PUIL 2011 Tahanan pentanahan dari elektroda tanah tergantung pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan susunan elektroda tanah. Besarnya nilai tahanan pentanahan beberapa elektroda tanah di sekitar sumber listrik atau transformator dan di bagian jaringan 200 meter terakhir dari setiap cabang, tidak boleh melebihi 10 Ω.

Untuk daerah dengan nilai tahanan pentanahannya tinggi, tidak boleh melebihi 20 Ω. Tahanan pentanahan dengan elektroda pentanah sangat tergantung kepada jenis, kondisi, ukuran serta cara penempatan elektroda pentanahan [3]. Selain itu untuk mendapatkan tahanan jenis tanah yang lebih rendah terutama untuk tanah dengan tahanan jenis tanah tinggi. Berdasarkan standar yang telah direkomendasikan oleh IEEE Std. 142-1982 terdiri beberapa cara yaitu penambahan jumlah elektroda batang pentanah, memperdalam penanaman elektroda batang, dan memberi perlakuan terhadap tanah (*soil treatment*) [4].

Penambahan jumlah elektroda batang pentanah dimaksudkan untuk mendapatkan penurunan tahanan pentanahan sampai dengan 40% [3]. Untuk mendapatkan penurunan tahanan pentanahanmaksimal dianjurkan memparalel elektroda batang pentanah dengan minimal jarak antar batang melebihi dari panjang satu elektroda batang pentanah. Semakin banyak jumlah paralel satu batang pentanahan, semakin besar pula penurunan tahanan pentanahannya. Memparalelkan elektroda batang pentanah seperti yang tersaji pada gambar 1 terbukti dapat menurunkan tahanan pentanahan paralel untuk 2,3, dan 4 batang paralel elektroda penurunan tahanan pentanahan mencapai 70 %, namun saat batang elektroda diparalelkan sebanyak 5 penurunan tahanan elektroda mencapai keadaan saturasi, kondisi kenaikan tidak signifikan, hasil percobaan menunjukkan kondisi penurunan tahanan pentanahan optimal berada saat elektroda diparalel 4 [2].



Gambar 1. Profil Tahanan Pentanahan Terhadap Jumlah Paralel Elektroda [2]

Memperdalam penanaman elektroda batang pentanahan dimaksudkan untuk memperoleh kosentrasi air normal, yang berkaitan dengan kelembaban tanah dan tahanan jenis tanah. Semakin dalam penanaman elektroda batang pentanah semakin besar pula penurunan tahanan pentanahannya. Memperdalam penanaman elektroda batang pentanahan harus disesuaikan dengan kebutuhan tahanan jenis tanah yang diinginkan untuk keperluan perencanaan suatu sistem pentanahan. Penelitian dengan memperdalam elektroda memang terbukti dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan, salah satu hasil percobaan penanaman elektroda ini dengan kedalaman 3 sampai dengan 5 m, penanaman elektroda dengan kedalaman mencapai 5 m menghasilkan penurunan yang signifikan, namun kedalaman melebihi 5 m penurunan nilai tahanan pentanahan berjalan lambat [5]. Nilai tahanan pentanahan dapa dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

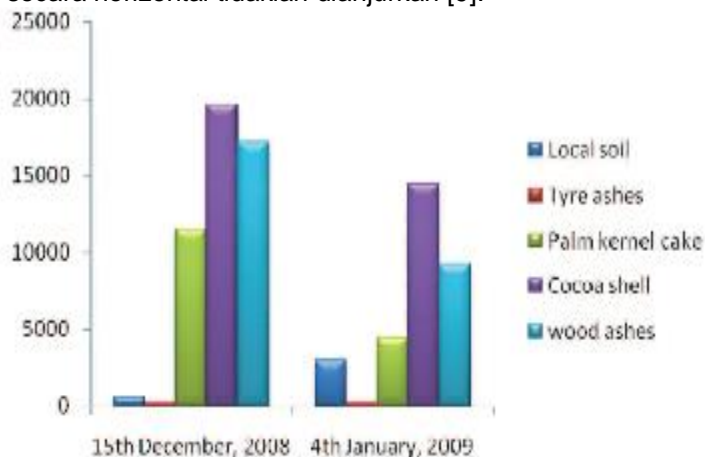
$$R_p = \frac{\rho \ln\left(\frac{4L}{a}\right)}{2\pi L} \quad (1)$$

Dimana:

- R_p = Tahanan Pentanahan (Ω)
- ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)
- L = Panjang Elektroda (m)
- a = Jari Jari Elektroda (m)

Memberi perlakuan terhadap tanah (*soil treatment*) merupakan metode yang cukup efektif dalam menurunkan tahanan pentanahan pada tahanan jenis tanah tinggi. Metode ini dapat dilakukan dengan pemberian unsur kimia seperti sodium klorida, kalsium klorida, magnesium klorida atau tembaga sulfat, dan bentonit yang dapat mereduksi nilai tahanan pentanahan antar 15% sampai dengan 90%. Penelitian perlakuan terhadap tanah dengan menambahkan unsur kimia memang telah terbukti dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan [6],[7].

Percobaan untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan dengan membandingkan beberapa jenis bahan pereduksi (abu ban, abu kayu, cangkang coklat dan palm kernel cake (gambar 2), Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa abu banlah yang menghasilkan penurunan nilai tahanan pentanahan yang tertinggi [2]. Peneliti lainnya menyelidiki pengaruh penambahan bahan konduktif backfill terhadap nilai tahanan pentanahan saat diberikan frekuensi daya dan impulse petir. Grounding dengan konduktif backfill menghasilkan penurunan nilai pentanahan yang lebih baik dibandingkan tanpa backfill baik saat kondisi frekuensi daya maupun kondisi impuls petir [8]. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan memberikan material khusus di lokasi tanah kering yang memiliki tahanan jenis tanah tinggi. Pada penelitian ini pertimbangan nilai ekonomi juga diperhitungkan dalam mendapatkan rancangan system pentanahan optimal. Penelitian ini menghasilkan nilai optimal diameter material backfill sebesar 320 mm dan penanaman elektroda secara horizontal tidaklah dianjurkan [9].

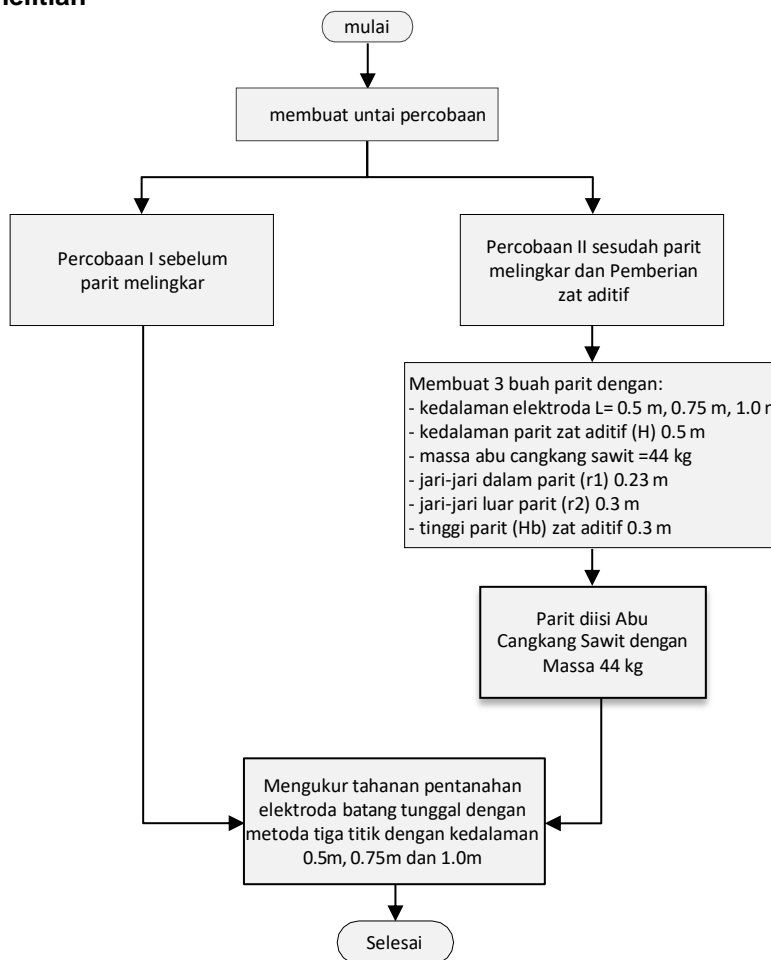


Gambar 2. Pengaruh Bahan Pereduksi Terhadap Tahanan Tanah [2]

Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menambahkan zat aditif jenis lainnya berupa abu cangkang sawit untuk menurunkan tahanan pentanahan. Penelitian ini dilaksanakan di Propinsi Riau khususnya di UIN Suska Riau yang merupakan propinsi yang terkenal sebagai penghasil sawit dengan potensi yang besar. Berdasarkan informasi didapatkan dari Direktorat Jenderal Perkebunan, Propinsi Riau diperkirakan memiliki luas areal perkebunan kelapa sawit tertinggi yakni mencapai 2,8 juta hektar pada tahun 2019. Dengan potensi yang cukup besar maka tepatlah kiranya produk bisa dijadikan sebagai alternatif bahan pereduksi nilai tahanan pentanahan. Pemanfaatan abu cangkang sawit bukan tanpa alasan, memiliki karakteristik hampir sama dengan jenis abu yang lain, yaitu bersifat tidak padat, sehingga membentuk pori-pori dengan struktur pori yang lebih besar disamping itu abu cangkang sawit ini dapat menyerap air lebih banyak sehingga memiliki tahanan jenis yang rendah [6].

Perlakuan lainnya yang diberikan untuk menurunkan tahanan pentanahan pada penelitian ini adalah dengan memvariasikan kedalaman penanaman elektroda batang tunggal untuk 0,5 m, 0,75 m, dan 1 m. Pengukuran dilakukan dengan metode pengukuran Tiga Titik. Penelitian ini akan menyelidiki berapa besar penurunan tahanan pentanahan sebelum dan sesudah dilakukan *soil treatment* dengan abu cangkang kelapa sawit tanpa dan dengan metode Parit Melingkar.

2. Metode Penelitian



Gambar 3. Prosedur Pengukuran Tahanan Pentanahan

Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan di lokasi penelitian yang bertempat di UIN Suska Riau, maka dilakukan langkah langkah penelitian sebagai berikut:

- 1) Sebelum melakukan pengukuran tahanan pentanahan pastikan bahwa bahan penelitian dan peralatan penelitian telah dilengkapi demi kelancaran penelitian.
- 2) Penelitian dilaksanakan saat kondisi panas/tidak terjadi hujan sehingga tanah di lokasi penelitian dalam kondisi kering.
- 3) Untuk keseragaman nilai tahanan pentanahan, maka perlu dilakukan pengukuran tahanan jenis tanah di sekitar lokasi penelitian, kemudian ditentukan lokasi yang benar-benar memiliki tahanan jenis seragam untuk tiga buah lokasi penanaman elektroda pentanahan batang tunggal.
- 4) Menanam elektroda pentanahan batang tunggal dengan kedalaman 0.5 m, 0.75 m, 1.0 m.
- 5) Mengukur tahanan pentanahan sebelum diberi bahan pereduksi.
- 6) Membuat parit melingkar, memberi bahan pereduksi, lalu diukur tahanan pentanahannya untuk elektroda batang tunggal.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

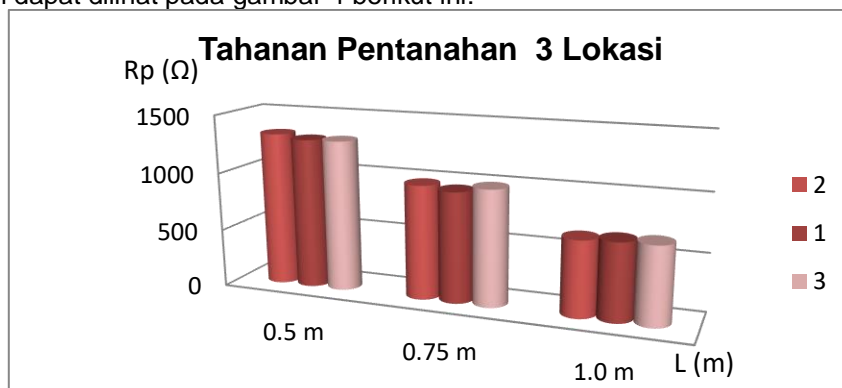
- 1) Satu set alat ukur Digital Earth Tester model 4105A merk Kyoritsu digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan.
- 2) Jangka sorong, martil, meteran, sekop, cangkul, kabel-kabel penghubung, karung dan peralatan tambahan lainnya yang diperlukan.
- 3) Timbangan dengan skala maks. 50 kg
- 4) Elektroda pentanah atau batang pentanah dengan panjang 0.5 m, 0.75 m, 1 m.
- 5) Abu cangkang sawit: 44 kg

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di UIN Suska Riau. Pengukuran tahanan pentanahan dilakukan pada tiga lokasi untuk mendapatkan kehomogenan jenis tanah. Berikut ini akan dijabarkan hasil penelitian untuk pengukuran tahanan pentanahan homogen, hasil pengukuran tahanan pentanahan elektroda batang tunggal sebelum menambahkan bahan pereduksi dengan variasi kedalaman penanaman elektroda 0.5 m, 0.75 m, dan 1 m, dan hasil pengukuran dengan penambahan bahan pereduksi dengan Metode Parit Melingkar dengan variasi kedalam elektroda yang sama.

3.1. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Tunggal

Hasil pengukuran tahanan pentanahan untuk ketiga lokasi dengan nilai tahanan pentanahan dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Nilai Pengukuran Tahanan Pentanahan Homogen 3 Lokasi

Hasil pengukuran menunjukkan untuk areal lokasi yang dipilih memiliki nilai tahanan pentanahan yang seragam untuk tiap kedalaman penanaman elektroda. Selanjutnya dihitung nilai tahanan jenis tanahnya berdasarkan persamaan (1) maka menghasilkan nilai seperti yang tersaji pada Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Tahanan Jenis Tanah untuk Ketiga Lokasi

Lokasi	ρ (Ω m) pada		
	L = 0,5 m	L = 0,75 m	L = 1m
1	725,82	745,03	662,09
2	744,37	769,40	648,09
3	729,19	781,19	667,09

Jari-jari elektroda (a) = 0.0075 m

Ketiga Lokasi nilai tahanan jenis tanah yang didapatkan rata rata telah seragam, walaupun untuk kedalaman 1 m, terjadi penurunan yang lebih tinggi namun masih menunjukkan bahwa tipe tanah berjenis pasir atau kerikil kering. Lokasi tanah yang homogen ini bisa digunakan sebagai lokasi melakukan percobaan untuk menyelidiki pengaruh variasi kedalaman penanaman elektroda dan pengaruh penambahan bahan pereduksi dengan abu cangkang sawit. Dari ketiga lokasi yang ada maka dipilih lokasi pertama yang dianggap paling homogen diantara ketiga lokasi untuk melakukan pengukuran tahanan pentanahan selanjutnya.

3.2. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Elektroda batang Tunggal Sebelum Penambahan Abu Cangkang Sawit

Tabel 2. Tahanan Pentanahan untuk Variasi Kedalaman Elektroda Sebelum Penambahan Bahan Pereduksi Abu cangkang Sawit

L (m)	Jarak Antar Elektroda (m)	Pengukuran Rp (Ω) Ke-						Rp rata-rata (Ω)
		1	2	3	4	5	6	
0,5	10	20	1293	1293	1293	1293	1293	1293
	9	20	1287	1287	1287	1286	1287	1286.8
	8	20	1280	1280	1280	1280	1280	1280.44
	7	20	1274	1275	1274	1274	1274	1274.2
	6	20	1268	1267	1268	1269	1269	1268.2

	10	20	949	949	949	949	949	949	
	9	20	943	942	943	943	943	942.8	
0,75	8	20	938	938	937	938	938	937.8	937.8
	7	20	931	931	932	931	931	931.2	
	6	20	928	928	928	929	928	928.2	
	10	20	663	662	661	661	660	661.4	
	9	20	654	653	653	654	654	653.6	
1	8	20	649	648	649	649	649	648.8	649.44
	7	20	643	644	643	643	643	643.2	
	6	20	640	640	640	641	640	640.2	

Jari-jari elektroda (a) = 0.0075 m

Berdasarkan hasil pengukuran tahanan pentanahan (R_p) untuk variasi kedalaman elektroda 0,5 m, 0,75 m, dan 1 m dihasilkan nilai R_p berturut turut sebesar 1280.44 Ω , 937.8 Ω , 649.44 Ω . Semakin dalam penanaman elektroda maka R_p pun semakin mengecil. Ini membuktikan bahwa kedalaman menjadi faktor penting untuk menurunkan R tanah.

3.3. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Elektroda batang Tunggal Setelah Penambahan Abu Cangkang Sawit

Sebelum pengukuran tahanan pentanahan dengan bahan pereduksi diberikan maka pertama sekali peneliti membuat parit melingkar yang digunakan nantinya sebagai tempat untuk meletakkan abu cangkang sawit. Kedalaman parit 0,5 m dengan jari-jari dalam dan luar parit 0,5 dan 0,3 m sedangkan ketinggian bahan pereduksi dengan massa 44 kg sebesar 0,3 m. Berikut gambar lokasi untuk pembuatan parit melingkar.



Gambar 5. Lokasi Pembuatan Parit Melingkar

Setelah pembuatan parit melingkar dengan bahan pereduksi abu cangkang sawit, maka hasil pengukuran tahanan pentanahan untuk variasi kedalaman elektroda dapat disajikan berikut ini

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Setelah Penambahan Abu Cangkang Sawit dengan Metode Parit Melingkar

L (m)	Pengukuran R_p (Ω) Ke-					R_p rata-rata (Ω)
	1	2	3	4	5	
0,5	1058	1059	1058	1058	1058	1058.2
0,75	813	813	813	813	813	813
1	564	566	564	564	564	564

Jari-jari elektroda (a) = 0.0075 m

Tabel 4. Perbandingan Tahanan Pentanahan Sebelum dan Sesudah Penambahan Abu Cangkang Sawit

L (m)	R_p Sebelum (Ω)	R_p Sesudah (Ω)	Penurunan R_p (%)
0,5	1280,44	1058,2	21,00
0,75	937,8	813	15,35
1	649,44	564	15,15

Hasil Pengukuran tahanan pentanahan setelah menambahkan bahan pereduksi abu cangkang sawit menghasilkan penurunan pentanahan yang lebih signifikan. Persen perbandingan penurunan tahanan pentanahan untuk setiap kedalaman 0,5 m, 0,75 m. dan 1 m jika dibandingkan dengan sebelum ditambahkan bahan pereduksi masing masingnya sebesar 21%, 15,35%, dan 15,15 %. Berdasarkan standarisasi IEEE (142-1983) menyatakan bahwa penurunan tahanan pentanahan jika ditambahkan bahan pereduksi mencapai 15% sampai dengan 90%. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan tahanan elektroda sudah memenuhi standarisasi berkisar antara 15,15% sampai dengan 21%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa nilai tahanan pentanahan sangat bergantung dengan perlakuan yang diberikan. Untuk menurunkan tahanan pentanahan maka penelitian ini mencoba melihat pengaruh kedalaman elektroda serta memberikan perlakuan ke tanah dengan menambahkan bahan pereduksi abu cangkang sawit. Hasil pengukuran menunjukkan semakin dalam elektroda ditanam maka tahanan pentanahanpun semakin kecil. Setelah menambahkan bahan pereduksi penurunan tahanan tanahpun semakin signifikan. jika dibandingkan dengan keadaan sebelum penambahan zat pereduksi maka penurunan yang terjadi berkisar 15.15% sampai dengan 21%. Penurunan ini sudah memenuhi standarisasi IEEE (142-1983), menyatakan bahwa penurunan Tahanan pentanahan berkisar antar 15% sampai dengan 90%.

Daftar Pustaka

- [1] J. Uddin and S. Sumarno, "Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan," *J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, p. 29, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i1.375.
- [2] G. Eduful, J. E. Cole, and P. Y. Okyere, "Optimum mix of ground electrodes and conductive backfills to achieve a low ground resistance," *ICAST 2009 - 2nd Int. Conf. Adapt. Sci. Technol.*, no. February, pp. 140–145, 2009, doi: 10.1109/ICASTECH.2009.5409734.
- [3] S. PUIL, "Sni Puil 2011," vol. 2011, no. PUIL, 2011.
- [4] L. Liliana and D. Setiawan, "A Guideline on Designing a Safe and Appropriate Grounding System: A Review of Selected Papers," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 469, no. 1, doi: 10.1088/1755-1315/469/1/012033.
- [5] Y. S. Zhou, X. G. Gao, P. Y. Chen, Y. Yang, X. Hu, and F. Y. Shi, "Research on the burial depths of the annular grounding electrodes in UHVDC converter stations," *PEAM 2011 - Proc. 2011 IEEE Power Eng. Autom. Conf.*, vol. 2, pp. 221–224, 2011, doi: 10.1109/PEAM.2011.6134942.
- [6] Y. Khan, F. R. Pazheri, N. H. Malik, A. A. Al-Arainy, and M. I. Qureshi, "Novel approach of estimating grounding pit optimum dimensions in high resistivity soils," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 92, pp. 145–154, 2012, doi: 10.1016/j.epsr.2012.06.003.
- [7] M. Aryanezhad, "Resistance of Existing Earthing System Improvement by using of Additive Materials Based on Artificial Neural Network Estimation," pp. 1–7.
- [8] W. Hu, S. Yu, R. Cheng, and J. He, "A testing research on the effect of conductive backfill on reducing grounding resistance under lightning," *2012 31st Int. Conf. Light. Prot. ICLP 2012*, pp. 1–4, 2012, doi: 10.1109/ICLP.2012.6344300.
- [9] Z. R. Radakovic, M. V. Jovanovic, V. M. Milosevic, and N. M. Ilic, "Application of earthing backfill materials in desert soil conditions," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 51, no. 6, pp. 5288–5297, 2015, doi: 10.1109/TIA.2015.2424688.