

Pengaruh Penambahan Bentonit dan NaCl Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan dengan Elektroda Batang Tunggal dan Ganda

M. Ridho¹, Haerul Pathoni², dan Yosi Riduas Hais³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email: ridho07051997@gmail.com, haerul.pathoni@gmail.com, yosiriduashais@gmail.com

Info Artikel

Diterima: 12 April 2019

Disetujui: 26 Juli 2019

Dipublikasikan: 29 Agustus 2019

Alamat Korespondensi:

ridho07051997@gmail.com

Copyright © 2019 Jurnal
Engineering

This work is licensed under the
Creative Commons Attribution
International License (CC BY
4.0).

Abstrak :

Nilai tahanan pentanahan disekitar elektroda dibumikan merupakan hal yang penting dalam sistem pentanahan, karena semakin kecilnya nilai tahanan pentanahan maka arus gangguan pada sistem dapat dengan cepat tersebar merata ke dalam tanah. Metode yang digunakan dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan adalah dengan menambahkan zat aditif kedalam tanah, zat aditif yang sering digunakan adalah bentonit dan NaCl. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh penambahan bentonit dan NaCl terhadap nilai tahanan pentanahan serta mengetahui perbandingannya pada sistem pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan elektroda batang ganda. Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa bentonit lebih baik dari pada NaCl dalam menurunkan tahanan pentanahan, hal ini dipengaruhi oleh kelembaban bentonit lebih tinggi dan memiliki sifat menahan air serta penambahan volumenya, dengan persentase penurunan sebesar 89%–93.8%, sedangkan dengan menggunakan NaCl penurunannya hanya sebesar 69,8%–78% dan jika diaplikasikan menggunakan elektroda batang ganda yang di paralelkan dapat menurunkan tahanan sebesar 2 ohm – 5 ohm.

Kata kunci: Bentonit, Elektroda, NaCl, Zat Aditif

1. Pendahuluan

Sistem pentanahan mulai dikenal pada tahun 1900, sebelumnya sistem tenaga listrik tidak dibumikan karena ukurannya masih kecil dan tidak membahayakan. Namun setelah sistem tenaga listrik berkembang semakin besar dengan tegangan yang semakin tinggi dan jarak jangkauan semakin jauh, maka diperlukan sistem pentanahan, jika tidak dibumikan dapat menimbulkan potensi bahaya listrik baik bagi manusia, peralatan dan sistem pelayanannya sendiri. Dengan adanya sistem pentanahan maka jika terjadi gangguan sistem tenaga listrik, arus gangguan dapat dengan cepat dialirkan kedalam tanah dan disebarkan ke segala arah (Armanda , 2017).

Menurut T.S Hutaauruk (1986) beberapa faktor yang mempengaruhi nilai tahanan pentanahan antara lain tahanan jenis tanah, lapisan tanah, elektroda pentanahan yang digunakan dan kedalaman lubang pentanahan. Pengaruh kelembaban tanah terhadap nilai tahanan pentanahan adalah semakin besar kelembaban tanah maka nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil. Nilai tahanan dari tanah sekitar elektroda itu biasanya tidak langsung didapatkan nilai tahanan yang rendah karena pada saat membuat suatu sistem pentanahan hal yang lebih dahulu diketahuai yaitu lokasi sistem pentanahannya. Oleh karena itu sebelum merancang sistem pentanahan terlebih dahulu melakukan analisa pada lokasi pentanahan yang akan digunakan. Jika di suatu daerah dengan tahanan pentanahan yang tinggi, maka dilakukan beberapa hal untuk memperkecil tahanan pentanahan yaitu dengan memodifikasi elektroda pentanahan yang akan ditanam kedalam tanah dan menambahkan suatu zat aditif kedalam tanah. Zat aditif yang digunakan adalah bentonite dan NaCl. Bentonit merupakan suatu zat aditif yang mampu menyerap air dan menahan air pada strukturnya serta mengandung unsur-unsur yang bersifat elektrolit. Selain bentonit, pengaruh kadar garam tanah juga dapat dimaksimalkan dengan cara menggunakan NaCl, CaCO₃, KNO₃, K₂CO₃, NA₃PO₄, dan NH₄Cl (Devi, 2016). Dalam penelitian ini sistem pentanahan menggunakan elektroda pentanahan jenis batang tunggal dan batang ganda dengan penambahan zat aditif bentonit dan NaCl. Metode penambahan zat aditif dilakukan dengan memvariasikan jumlah penambahan bentonit sebagai upaya memperbaiki tahanan sistem pentanahan. Melalui metode penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan atau pemasangan sistem pentanahan.

2. Landasan Teori

2.1. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan adalah system hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal (Sumardjati, 2008). Menurut IEEE Std 142TM-2007, tujuan dari sistem pentanahan adalah agar besarnya tegangan terhadap bumi berada dalam batasan yang diperbolehkan, dan menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutus suplai tegangan dari konduktor tersebut.

PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) menetapkan standar nilai tahanan dalam berbagai ukuran stasiun sistem tenaga listrik. Ketentuan yang telah ditetapkan didalam PUIL tersebut, (Peraturan Umum Instalasi Listrik, 2000) adalah :

1. Untuk stasiun tenaga yang besar, (≥ 10 kilovolt) nilai R harus ≤ 25 ohm.
2. Untuk stasiun tenaga yang kecil, (≤ 10 kilovolt) termasuk menara transmisi, nilai R harus ≤ 10 ohm.
3. Untuk peralatan listrik dan elektronika, nilai R harus ≤ 5 ohm.
4. Untuk sistem penangkal petir, nilai R harus ≤ 25 ohm .

2.2. Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah adalah sebuah faktor keseimbangan antara tahanan tanah dan kapasitansi disekitarnya yang di representasikan dengan ρ (rho) dalam sebuah persamaan matematik. Untuk mengetahui harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi, karena struktur tanah

yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama (Hutauruk, 1986).

Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) tahanan jenis tanah dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

2.3. Sistem Pentanahan *Driven Rod*

Sistem pentanahan *driven rod* merupakan suatu sistem penanaman elektroda batang (*rod*) secara tegak lurus dengan tanah, dimana arus kesalahan akan mengalir dari elektroda tersebut ke tanah disekitarnya. Persamaan untuk mencari nilai tahanan pentanahan pada sistem pentanahan *driven rod* adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left[\ln\left(\frac{4l}{a}\right) - 1 \right] \dots\dots\dots(1)$$

$$\rho = \frac{2\pi l R t}{\left[\left(\ln \frac{4l}{a} \right) - 1 \right]} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

R = tahanan elektroda (ohm)

a = jari - jari elektroda (m)

ρ = tahanan jenis tanah (ohm.m)

l = panjang elektroda (m)

Sedangkan untuk mendapatkan persentase laju penurunan nilai tahanan pentanahan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Laju} = \frac{\text{Kondisi awal} - \text{kondisi akhir}}{\text{Kondisi awal}} \times 100\%$$

Tabel 1. Tahanan jenis tanah

No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (ohm.m)
1	Tanah rawa	30
2	Tanah pertanian	100
3	Pasir basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Kerikil kering	1000
6	Tanah berbatu	3000

2.4. Sistem Pentanahan Grid

Sistem pentanahan grid biasanya digunakan untuk mendapatkan nilai impedansi pentanahan yang kecil dan untuk mendapatkan distribusi gradient tegangan yang lebih merata di sekitar pentanahan sehingga manusia atau yang berada disekitar lebih aman dari bahaya tegangan langkah.

2.5. Sistem Pentanahan Counterpoise

Sistem pentanahan counterpoise adalah dengan menanam elektroda beberapa puluh centimeter dan ditanam posisi sejajar dengan permukaan tanah dan direntangkan menjauhi sistem yang dilindungi (Armanda, 2017).

2.6. Dua Batang Elektroda diparalelkan

Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecil dilakukan penanaman beberapa elektroda yang diparalelkan. Nilai tahanan bisa berubah-ubah berdasarkan jarak antara elektrodanya, yang dirumuskan pada persamaan berikut (Handbook, 1987) :

$$R = \frac{\rho}{4\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 2 + \ln \frac{4l}{s} + \frac{s}{2l} - \frac{S^2}{16l} \right) \dots (3)$$

Dimana :

R = Tahanan satu batang elektroda (ohm)

a = Jari – jari batang elektroda(m)

l = Panjang batang elektroda dalam tanah(m)

s = Jarak antara elektroda (m)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm.m)

2.7. Bentonit

Bentonit atau sodium montmorillonite adalah suatu jenis lempung yang sebagian besar mengandung montmorillonite lebih dari 85% dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars, dan mineral lainnya dengan rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$. Bentonit mempunyai pH 10,5, dengan pH >7 yang artinya bentonit memiliki sifat basa dimana basa tidak akan menyebabkan korosi dan akan menjaga kandungan phosphor pada tanah sehingga tanah tetap subur. Bentonit memiliki sifat dapat menyerap air lima kali berat bentonit itu sendiri dan menahan air pada strukturnya, hal ini di karenakan pada montmorillonit terdapat beberapa lapisan yaitu lapisan lempung yang terdiri dari lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral kemudian lapisan interlayer dimana penyerapan air terjadi pada lapisan interlayer. Pada lapisan interlayer ini terdapat molekul air dan kation-kation. Bentonit juga dapat mengembang 13 kali volume keringnya.(Devi, 2016).

2.8. NaCl

NaCl adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negative (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). NaCl terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen kation dan anion ini dapat berupa senyawa anorganik seperti klorida Cl^- . Larutan NaCl dalam air (misalnya

natrium klorida dalam air) merupakan larutan elektrolit, artinya larutan NaCl dapat menghantarkan arus listrik ke dalam tanah sehingga dapat meningkatkan konduktivitas atau daya hantar listrik di dalam tanah. Selain itu garam memiliki sifat yang dapat mengikat tanah sehingga dapat mengubah komposisi tanah menjadi lebih padat meningkatkan konduktivitas listrik dari suatu tanah. Garam jenis NaCl ini memiliki kepadatan 0,8 – 0,9 dengan titik lebur pada tingkat suhu 801°C dan memiliki sifat hidroskopis yang berarti mudah menyerap air (Junardana, 2005).

3. Metodologi Penelitian

3.1. Alat Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan menyiapkan alat - alat yang dibutuhkan. Beberapa alat – alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Satu set alat ukur pentanahan yaitu *Digital Earth Resistance Tester* merk Krisbow tipe KW06-370. 2 elektroda bantu, dan juga 3 buah kabel beda warna masing-masing 10 m digunakan untuk mengukur nilai pentanahan melalui batang elektroda pentanahan yang telah ditanam.
2. Elektroda batang yang terbuat dari bahan tembaga sebanyak 4 sampai 6 batang.
3. Meteran digunakan untuk mengukur kedalaman Lubang.
4. Cangkul dan tembilang digunakan untuk menggali tanah untuk proses pencampuran bentonite dengan tanah.
5. Timbangan, untuk mengukur jumlah bentonit dan NaCl yang digunakan
6. Ember, sebagai wadah bentonit dan NaCl yang digunakan.
7. Kawat BC sebagai penghubung antara elektroda.
8. Martil digunakan untuk menanam elektroda kedalam tanah.

3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

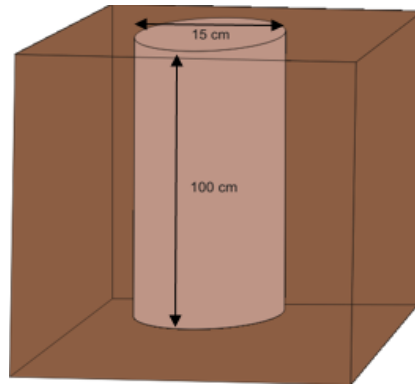
1. Bentonit sebanyak ± 20 Kg.
2. NaCl sebanyak ± 20 Kg.

3.3. Pembuatan Lubang pentanahan

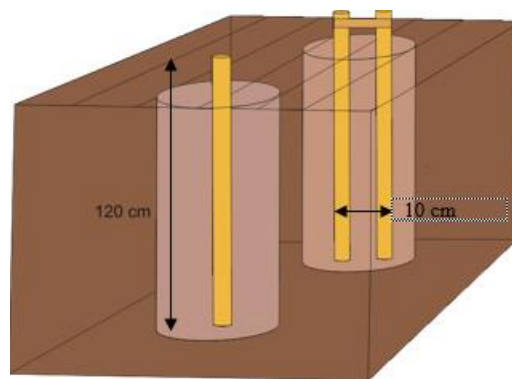
Lubang dibuat dengan kedalaman 100 cm tergantung panjang elektroda yang digunakan dan berdiameter 15 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 1, alat yang digunakan adalah tembilang dan cangkul.

Jumlah lubang yang dibuat adalah sebanyak 7 lubang, lubang-lubang tersebut digunakan untuk mengukur:

1. 1 lubang untuk mengukur tahanan tanah tanpa zat aditif.
2. 3 lubang untuk mengukur tahanan tanah dengan bentonit.
3. 3 lubang untuk mengukur tahanan tanah dengan NaCl.



Gambar 1. Lubang Pentanahan



Gambar 2. Pemasangan Elektroda

3.4. Pemasangan elektroda

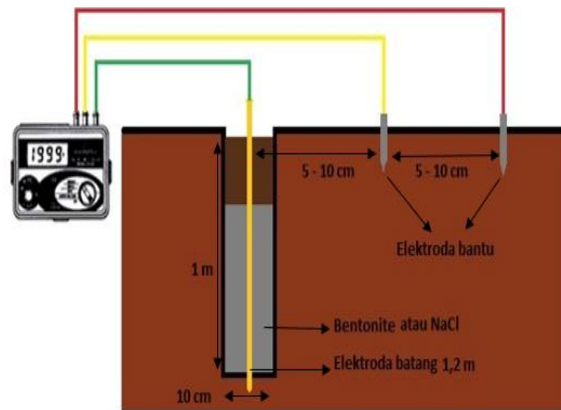
Setelah lubang pentanahan telah dibuat, maka elektroda batang dengan panjang 120 cm dapat ditanam ke masing-masing lubang, dengan bagian yang di tanam sepanjang 100 cm dan diameter elektroda 16 mm, untuk elektroda ganda jarak antara elektroda adalah 10 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.

Lubang-lubang tersebut kemudian diisi dengan bahan yang berbeda, yaitu :

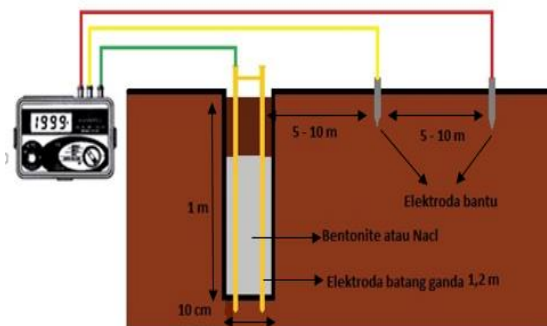
1. Lubang 1 tanpa menggunakan zat aditif.
2. Lubang 2 dengan bentonite 100 % sebanyak 3 kg.
3. Lubang 3 dengan bentonite 100 % sebanyak 5 kg.
4. Lubang 4 dengan bentonite 100 % sebanyak 7 kg.
5. Lubang 5 dengan NaCl 100 % sebanyak 3 kg.
6. Lubang 6 dengan NaCl 100 % sebanyak 5 kg.
7. Lubang 7 dengan NaCl 100 % sebanyak 7 kg.

3.5. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran nilai tahanan pentanahan pada masing-masing lubang pentanahan yang telah dibuat dan telah ditanam elektroda batang dengan menggunakan alat ukur *Digital Earth Tester Krisbow* tipe KW06-370 dengan menggunakan metode 3 titik.



Gambar 3. Skematik pengukuran



Gambar 4. Pengukuran dengan elektroda ganda

Pengukuran dilakukan menggunakan elektroda batang tunggal dan ganda. Untuk mengukur elektroda batang ganda dilakukan dengan memasang kawat BC di antara dua batang elektroda sehingga elektroda menjadi paralel. Proses ini dilakukan untuk semua lubang pentanahan.

Gambar 3 merupakan Skematik pengukuran dengan menggunakan bentonit atau NaCl dengan elektroda tunggal. Pengukuran dilakukan pada tiga lubang pentanahan dengan masing-masing lubang diisi bentonit sebanyak 3 kg, 5 kg dan 7 kg dan tiga lubang berikutnya diisi dengan NaCl sebanyak 3 kg, 5 kg dan 7 kg. Pengukuran dengan penambahan bentonit atau NaCl ini juga dilakukan dengan elektroda ganda seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4, dimana jumlah bentonit dan NaCl yang diisi ke dalam masing-masing lubang sama dengan yang digunakan pada pengukuran elektroda tunggal.

Pengukuran akan dilakukan sebanyak 5 kali dalam sehari di setiap lubang pentanahan yang telah dibuat dan dilakukan selama 7 hari secara berturut-turut untuk melihat perubahan nilai tahanan pada masing-masing lubang yang telah dibuat.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari data yang diperoleh dengan melakukan pengukuran nilai tahanan pentanahan dilapangan secara langsung, dan setelah melakukan perhitungan menggunakan persamaan (1), (2) dan (3) maka didapatkan data-data pada tabel 2.

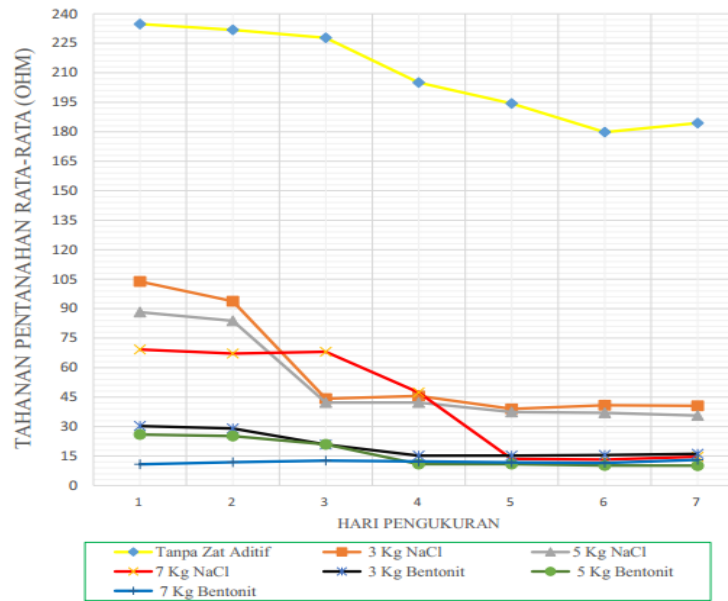
Tabel 2 Hasil Perhitungan

Jenis Perlakuan	Tahanan pentanahan (Ω)	Tahanan Jenis ($\Omega.m$)	Persentase Laju Penurunan Tahanan Pentanahan	Persentase Laju penurunan Tahanan elektroda ganda	Perhitungan tahanan elektroda ganda (ohm)
Tanpa Tambahan Zat Aditif	194	233,7	0	30%	147
3 kg NaCl	58,4	70,3	69,80%	58%	44,47
5 kg NaCl	53,34	63	73%	62,5%	39,8
7 kg NaCl	41,88	50,46	78%	71%	31,9
3 kg Bentonit	20,32	24,48	89%	86,2%	15,4
5 kg Bentonit	16,27	19,6	91,60%	89,4%	12,4
7 kg Bentonit	12	14,4	93,80%	92,2%	9,1

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penurunan tahanan pentanahan dimana bentonit lebih baik dalam menurunkan tahanan pentanahan yaitu sebesar 89%–93,8%, sedangkan NaCl sebesar 69,8% –78% saja, ini menunjukkan bahwa bentonit lebih baik dari pada NaCl, didapat dari hasil perhitungan tahanan pentanahan.

Tahanan jenis tanah tergantung pada tahanan tanah, tabel menunjukkan tahanan jenis tanpa tambahan zat aditif paling tinggi yaitu 233,7 Ωm , dan paling rendah adalah 7 kg bentonit yaitu 14,4 Ωm . Semakin banyak bentonite dan NaCl yang digunakan maka nilai tahanan jenis tanah pun akan makin kecil dikarenakan jika semakin banyak bentonite dan NaCl maka makin banyak juga zat tersebut bersentuhan langsung dan menempel ke elektroda batang yang telah ditanam sehingga tahanan pentanahan menurun, selain itu larutnya bentonit akibat terjadinya hujan sangat berpengaruh karena bentonit dapat mengabsorpsi air karena mengandung $H_2 O$ (air) sehingga dapat menjaga kelembaban tanah di sekitar elektroda. Selain itu Bentonit memiliki sifat dapat menyerap air lima kali sampai delapan kali berat bentonit itu sendiri dan menahan air pada strukturnya, hal ini di karenakan pada montmorillonit terdapat beberapa lapisan yaitu lapisan lempung yang terdiri dari lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral kemudian lapisan interlayer dimana penyerapan air terjadi pada lapisan interlayer. Bentonit juga dapat mengembang 13 kali volume keringnya (Devi, 2016). Sama dengan bentonit, semakin banyak NaCl yang digunakan maka tahanan tanah semakin kecil, Hal ini karena NaCl memiliki sifat hidrokopis yang berarti mudah menyerap air, selain itu larutan NaCl merupakan larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik kedalam tanah sehingga dapat meningkatkan konduktifitas atau daya hantar listrik ketanah, sehingga jika dimasukan ke dalam tanah dapat menurunkan nilai tahanan tanah dan menjaga kelembaban tanah. Selain itu NaCl dapat mengikat tanah dan mengubah komposisi tanah berubah menjadi padat sehingga berpengaruh terhadap kandungan air sehingga menurunkan tahanan tanah (setiawan, 2018).

Gambar 5 merupakan grafik hasil rata-rata pengukuran perhari tahanan pentanahan dengan elektroda tunggal. Sistem pentanahan tanpa zat aditif mendapatkan hasil pengukuran yang lebih besar yaitu 184 Ω - 234,8 Ω , meskipun menurun akibat terjadinya hujan. Sedangkan untuk pentanahan dengan penambahan NaCl dan bentonit walaupun pada pengukuran awalnya masih cukup besar tetapi nilai tahanan berangsur turun diakibatkan larutnya NaCl dan bentonit tersebut akibat terjadinya hujan. Grafik dan tabel hasil pengujian ini juga menunjukkan bahwa dengan elektroda batang tunggal dan elektroda batang ganda bentonit



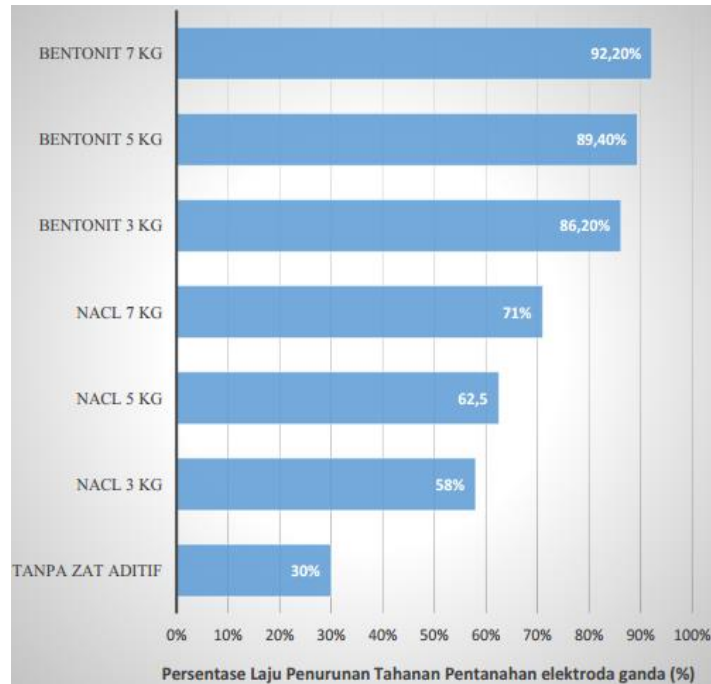
Gambar 5. Grafik hasil pengukuran rata-rata per hari elektroda tunggal

lebih baik menurunkan nilai tahanan tanah dari pada dengan menggunakan NaCl dengan persentase laju penurunan tahanan tanah sebesar 89% untuk 3 kg bentonit, 91,6% untuk 5 kg bentonit, dan 93,8% untuk 7 kg bentonit, dibandingkan dengan menggunakan NaCl sebesar 69,8% untuk 3kg NaCl, 73% untuk 5kg NaCl dan 78% untuk 7 kg NaCl.

Gambar 5 juga menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah NaCl dan bentonit yang digunakan maka tahanan juga semakin kecil, dikarenakan jika semakin banyak bentonit maupun NaCl maka makin banyak juga zat tersebut bersentuhan langsung dan menempel ke elektroda batang yang telah ditanam sehingga tahanan pentanahan menurun.

Gambar 6 merupakan grafik persentase laju penurunan tahanan pentanahan dengan elektroda batang ganda. Persentase tersebut didapat dari parameter perhitungan sebelumnya dan pada tabel hasil perhitungan. Grafik tersebut menunjukkan bahwa dengan elektroda ganda paralel 10 cm pada semua jenis perlakuan terjadi penurunan tahanan pentanahan. Tanah tanpa tambahan zat aditif memiliki persentase sebesar 30%, dengan nilai tahanan rata-rata elektroda tunggalnya yaitu dari 194Ω menjadi $134,74\Omega$ dengan elektroda ganda. Sedangkan nilai tahanan pentanahan dengan elektroda ganda yang paling baik adalah pada bentonit 7kg yaitu menurun hingga 92,2% dari $134,74\Omega$ menjadi $10,48\Omega$, selanjutnya bentonit 5kg menurun hingga 89,4% dari $134,74\Omega$ menjadi $14,1\Omega$, selanjutnya bentonit 3kg menurun hingga 86,2% dari $134,74\Omega$ menjadi $18,4\Omega$, berikutnya NaCl 7kg menurun hingga 71% dari $134,74\Omega$ menjadi $38,8\Omega$, berikutnya NaCl 5kg menurun hingga 62,5% dari $134,74\Omega$ menjadi $50,2\Omega$, dan yang terkecil adalah NaCl 3kg menurun 58% dari $134,74\Omega$ menjadi $56,2\Omega$.

Faktor lain yang mempengaruhi tahanan pentanahan adalah kelembaban tanah, kelembaban tersebut dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 6. Grafik persentase laju penurunan tahanan pentanahan elektroda ganda

Tabel 3. Kelembaban tanah

Jenis Perlakuan	Jam 07.00	Jam 10.00	Jam 13.00	Jam 16.00	Jam 19.00
Tanpa Zat Aditif	5,4	4,4	2,5	3,4	4,4
3 kg NaCl	7,3	6,6	4,6	5,4	6,3
5 kg NaCl	7,75	6,8	5,2	7	7,4
7 kg NaCl	8	7,3	5,3	6,4	7,2
3 kg Bentonit	7,1	6,1	4,8	5,7	6,7
5 kg Bentonit	8.1	7	5,2	6,9	7,8
7 kg Bentonit	8,4	7,5	5,8	7,25	8

Pada tabel dapat dilihat bahwa waktu sangat berpengaruh pada kelembaban tanah, karena waktu dipengaruhi oleh suhu matahari yang menyebabkan kelembaban pada tanah naik atau turun, hal ini sangat berpengaruh pada tahanan pentanahan, yaitu jika kelembaban tinggi maka tahanan pentanahan rendah, dan sebaliknya jika kelembaban rendah maka tahanan tahanan pentanahan tinggi.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa penambahan bentonit lebih baik dari pada NaCl dalam menurunkan tahanan pentanahan, hal ini disebabkan karena kelembaban tanah dengan menggunakan bentonit lebih tinggi yaitu 4,48–8,4, sedangkan NaCl hanya 2,5 – 7,75. Selain itu bentonit memiliki sifat menahan air serta volume yang dapat mengembang hingga hingga

13 kali volume keringnya, dengan persentase penurunan tahanan pentanahan sebesar 89%–93.8%, sedangkan dengan menggunakan NaCl penurunannya hanya sebesar 69,8%–78% dan jika diaplikasikan menggunakan elektroda batang ganda yang di paralelkan dengan jarak 10 cm dapat menurunkan tahanan sebesar 2 ohm – 5 ohm dibandingkan dengan elektroda tunggal.

5.2. Saran

1. Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang lebih efektif dari penelitian ini sebaiknya penggunaan lubang yang lebih dalam sehingga kelembaban lebih tinggi dan kelembaban dapat terjaga sehingga tahanan pentanahan lebih kecil lagi.
2. Penelitian selanjutnya dalam memparalelkan elektroda sebaiknya dengan jarak yang lebih dari 10 cm, hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah dengan jarak yang semakin jauh tahanan tanah yang dihasilkan akan semakin kecil atau semakin besar.
3. Untuk penelitian berikutnya diharapkan dilakukan pada musim kemarau yang bertujuan untuk mengetahui perbandingannya dengan penelitian yang telah dilakukan pada musim hujan.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mencoba dengan tambahan zat aditif lain seperti arang, zeolit, gypsum dll.

Daftar Pustaka

- [1] Armanda, D. (2017). *Pengaruh Bentonit dan NaCl Terhadap Nilai Resistansi Pentanahan*. Universitas Lampung: Teknik Elektro.
- [2] Devi, A. (2016). *Perbaikan Tahanan Pentanahan Dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Teknik elektro, Volume 10, No,1.
- [3] Hutaeruk, T. (1986). *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Junardana, I. (2005). *Perbedaan Penambahan Garam dengan Penambahan Bentonit Terhadap Nilai Tahanan pada Sistem Pentanahan*. Volume 4, No.1, halaman 24 – 28.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- [6] Handbook, M. (1987). *Grounding, Bonding, and shelding for Electronic Equipment and facilities* (Volume 1 of 2 Volume Basic Theory sd.). WashingtonDC: DEPARTMENT OF DEFENSE.
- [7] Sumardjati, P. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*. Departemen Pendidikan Nasional
- [8] Setawan, D. (2018). *Analisa Pengaruh Penambahan Garam Dan Arang Sebagai Soil Treatment Dalam Menurunkan Resistansi Pentanahan Variasi Kedalaman Elektroda*. Vol. 7, No.2 , ISSN : 2302 – 9927,417. Universitas Diponegoro : Teknik Elektro.
- [9] IEEE Std 142™ (2007). *IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*. NewYork: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.