

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Menurut (Lim et al., 2013) pernah melakukan penelitian dengan judul *characterizing of bentonite with chemical, physical and electrical perspectives for improvement of electrical grounding systems*. Di dalam penelitian tersebut menggunakan metode wadah yang digunakan sebagai bak untuk pentanahan, yang didalam wadah tersebut ditanam elektroda batang lalu elektroda tersebut ditimbun dengan semen bentonit. Dalam penelitiannya menghasilkan penurunan nilai resistansi sebesar 20%-29%.

Menurut (Andini et al., 2016) pernah melakukan penelitian dengan metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi, penelitian ini dilaksanakan pada jenis tanah lempung bercampur pasir di tanah sekitar laboratorium fakultas teknik Universitas Lampung. Dalam penelitian ini menggunakan tiga batang elektroda yang dimasukan ke dalam lubang tanah yang dalamnya masing-masing 1 meter. Lubang pertama di tanam elektroda dengan panjang satu meter lalu ditimbun kembali. Sedangkan lubang kedua di tanam elektroda satu meter lalu diberi bentonit yang belum teraktivasi di sekelilingnya sebanyak 2 kg dan ditambahkan 1 kg setiap minggunya. Lubang ketiga di tanam elektroda dengan panjang satu meter lalu diberi

bentonit yang sudah teraktivasi di sekelilingnya sebanyak 2 kg dan ditambahkan 1 kg setiap minggunya. Setelah itu dilakukan pengukuran selama satu bulan. Dapat disimpulkan bahwa pentanahan yang diberikan bentonit teraktivasi memberikan penurunan nilai resistansi tanah sebesar 79,44%-85,07% sedangkan pada bentonit yang belum teraktivasi memberikan penurunan resistansi sebesar 21,97%-60%.

Menurut (Abidin, 2017) pernah melakukan penelitian yang membahas tentang Karakteristik Batang Pentanahan Sistem Arang-Garam (SIGARANG) sebagai Upaya Perbaikan Sistem Pentanahan. Dalam penelitiannya menggunakan metode air, garam dan arang sebagai bahan utamanya dengan ukuran 5:2:1, bahan tersebut dicampur dan ditimbun dengan batang elektroda yang tertanam. Penelitian ini dilakukan pada tanah kapur dan tanah padas, dan pengukuran dilakukan selama 30 hari. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah pada tanah kapur menghasilkan efisiensi pentanahan sebesar 75% sedangkan pada tanah padas menghasilkan efisiensi pentanahan sebesar rata-rata 65%.

Menurut (Krishna et al., 2016) pernah melakukan penelitian Perbaikan Sistem Pentanahan pada Gedung Listrik Politeknik Negeri Semarang. Penelitian tersebut menggunakan dua metode yaitu pertama dengan menambahkan jumlah elektroda secara paralel, dan yang kedua dengan menambahkan bentonit secara parit melingkar pada elektroda batang

tunggal. Hasil dari penelitian ini adalah penurunan nilai resistansi pada metode penambahan jumlah elektroda secara paralel lebih signifikan dibandingkan dengan metode penambahan bentonit secara parit melingkar pada elektroda batang tunggal.

Menurut (Stephanus, 2016) melakukan penelitian terkait Pengaruh Panjang Elektroda Sangkar Delta pada Nilai Resistansi Pentanahan di Lokasi Sempit, penelitian ini menggunakan metode yaitu elektroda sangkar delta dengan sisi 1 meter, dengan tiga batang dan enam batang penyusun 0,5 m, 1 m, dan 1,5 m (diameter 10 mm) mengelilingi satu elektroda batang silinder pejal dengan panjang 1,5 meter. Hasil pengukuran yang didapatkan adalah dengan tiga batang penyusun (0,5 m, 1 m dan 1,5 m; diameter 10 mm), ternyata memperkecil nilai resistans pentanahan satu batang pentanah (panjang 1,5 m, diameter 10 mm) sebesar 33 ohm, 45 ohm, dan 50 ohm. Dan elektroda sangkar delta dengan sisi 1 meter, dengan 6 batang penyusun (diameter 10 mm), ternyata memperkecil nilai resistans pentanahan satu batang pentanah (panjang 1,5 m, diameter 10 mm) sebesar 45 ohms, 52 ohms, dan 56 ohms.

Menurut (Yuniarti et al., 2017) melakukan penelitian dengan Penggunaan Gypsum dan Magnesium Sulfat sebagai Upaya Menurunkan Nilai Resistansi Pentanahan, metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dimana membuat dua buah kotak yang di isi

dengan gypsum dan magnesium sulfat untuk media penanaman elektroda batang. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah penambahan gypsum dan magnesium sulfat dengan bantuan dua buah kotak didapat nilai resistansi sebesar 1Ω , merupakan upaya yang paling efektif untuk menurunkan nilai resistansi tanah yaitu dengan mengubah komposisi kimiawi tanah, dengan cara ini tidak memerlukan elektroda yang panjang dan tempat yang luas.

Tabel 2.1 Hasil penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil
1.	(Lim et al., 2013)	Menggunakan metode wadah yang digunakan sebagai bak untuk pentanahan, yang didalamnya ditanam elektroda batang, lalu elektroda tersebut ditimbun menggunakan semen bentonit	Menghasilkan penurunan nilai resistansi sebesar 20-29%
2.	(Andini et al., 2016)	Menggunakan metode batang elektroda yang ditimbun dengan bentonit teraktivasi, bentonit belum teraktivasi dan pentanahan tanpa perbaikan.	a. Menggunakan bentonit teraktivasi memberikan penurunan nilai resistansi sebesar 79,44-85,07%. b. Menggunakan bentonit yang tidak diaktivasi memberikan penurunan nilai resistansi sebesar 21,97-60%.

Tabel 2.1 (lanjutan)

3.	(Abidin, 2017)	Menggunakan metode pentanahan dengan sistem arang-garam (SIGARANG) dimana menambahkan air, arang dan garam sebagai bahan utama lalu dicampur dan ditimbun dengan batang elektroda yang dimana komposisi perbandingan antara air, garam, dan arang yaitu 5:2:1, penelitian dilakukan pada tanah kapur dan tanah padas.	Menghasilkan efisiensi pentanahan sebesar 75% pada tanah kapur dan 65% pada tanah padas.
4.	(Krishna et al., 2016)	Metode yang digunakan adalah dengan dua metode yaitu pertama menambahkan jumlah elektroda secara paralel, dan kedua menambahkan bentonit secara parit melingkar pada elektroda batang tunggal.	Penurunan nilai resistansi pada metode pertama lebih signifikan dibandingkan dengan metode kedua.
5.	(Stephanus, 2016)	Menggunakan metode yaitu elektroda sangkar delta dengan sisi 1 meter, dengan tiga batang dan enam batang penyusun 0,5 m, 1 m, dan 1,5 m (diameter 10 mm) mengelilingi satu elektroda batang silinder pejal dengan panjang 1,5 meter.	Hasil pengukuran yang didapatkan adalah dengan tiga batang penyusun (0,5 m, 1 m dan 1,5 m; diameter 10 mm), ternyata memperkecil nilai resistans pentanahan satu batang pentanah (panjang 1,5 m, diameter 10 mm) sebesar 33 ohm, 45 ohm, dan 50 ohm. Dan elektroda sangkar delta dengan sisi 1 meter, dengan 6 batang penyusun (diameter 10 mm), ternyata memperkecil nilai resistans pentanahan satu batang pentanah (panjang 1,5 m, diameter 10 mm) sebesar 45 ohms, 52 ohms, dan 56 ohms.

Tabel 2.1 (lanjutan)

6.	(Yuniarti et al., 2017)	Menggunakan metode eksperimental dimana membuat dua buah kotak yang di isi dengan gypsum dan magnesium sulfat untuk media penanaman elektroda batang.	Dengan penambahan gypsum dan magnesium sulfat dengan bantuan dua buah kotak didapat nilai resistansi sebesar 1Ω , merupakan upaya yang paling efektif untuk menurunkan nilai resistansi tanah yaitu dengan mengubah komposisi kimiawi tanah.
----	-------------------------	---	---

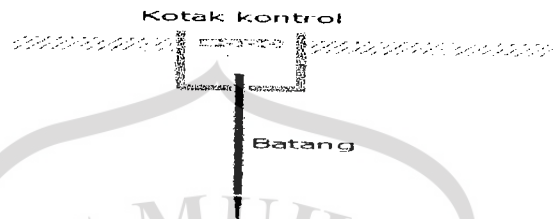
Berdasarkan pada hasil penelitian terdahulu, maka pada skripsi ini penulis akan menggunakan metode perbaikan sistem pentanahan dengan menggunakan bentonit teraktivasi dan pentanahan sistem arang-garam (SIGARANG) yang menggunakan sistem batang elektroda *single rod* dan *triple rod*, dimana nantinya dua metode tersebut akan di analisa dan dibandingkan hasil nilai penurunan resistansinya.

B. Landasan Teori

1. Elektroda Batang

Elektroda Batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan, dan teori – teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu - gardu induk. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu tinggal

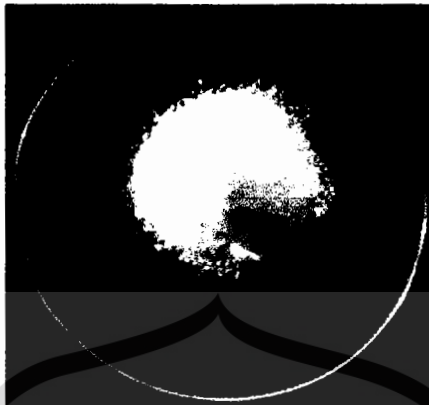
memancangkannya ke dalam tanah. Disamping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas. Elektroda batang ini mampu menyalurkan arus *discharge* petir maupun untuk pentanahan yang lain.



Gambar 2.1 Elektroda batang
(Sumber: Buku, petunjuk praktis perancangan pentanahan tenaga listrik)

2. Garam

Garam merupakan senyawaan ionik dari kation dan anion atau ion positif dan ion negatif, sehingga garam tak bermuatan atau netral. Natrium klorida atau NaCl bahan utama dari pembuatan garam dapur yang sering dipakai pada bumbu dapur dan untuk proses industri maupun untuk pentanahan. Pada pembentukan NaCl ini memiliki perbandingan 1:1 ion natrium dan klorida. Dengan massa molar masing-masing 22,99 dan 35,45 g/mol, 100 g NaCl mengandung 39,34 g Na dan 60,66 g Cl.



Gambar 2.2 Garam
(Sumber: Wikipedia)

3. Arang

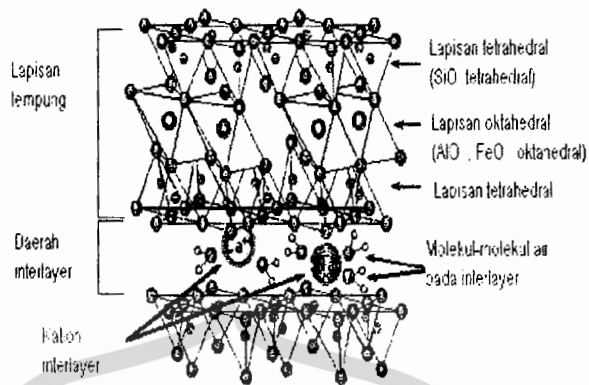
Arang adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, gula, tulang, dan benda lain. Arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan meyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya. (Wikipedia)



Gambar 2.3 Arang (Karbon)
(Sumber: detik.com)

4. Bentonit

Bentonit yaitu merupakan suatu jenis lempung atau tanah liat yang sebagian besarnya mengandung senyawa montmorillonit dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, feldspars, dolomit, dan mineral lainnya. Bentonit juga memiliki sifat yaitu dapat menyerap air dan menahan air pada strukturnya, hal ini disebabkan pada montmorillonit terdapat beberapa lapisan seperti lapisan lempung yang terdiri dari lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral lalu ada lapisan interlayer dimana penyerapan air terjadi pada lapisan intralayer, pada lapisan intralayer ini terdapat molekul kation-kation dan air. Untuk mengetahui letak lapisan tadi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur montmorollit

(Sumber: Jurnal, Perbaikan tahanan pentanahan menggunakan bentonit teraktivasi)

Bentonit sering digunakan dalam aplikasi pentanahan karena memiliki beberapa sifat seperti memiliki sifat tahanan jenis yang sangat stabil dan rendah, bentonit tidak menyebabkan korosi, bentonit tidak mudah hancur dan bentonit dapat mengembang menjadi beberapa kali lipat bila dicelupkan ke dalam air dan dapat menahan air pada strukturnya.

5. Aktivasi

Menurut (Andini dkk., 2016) Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap zat kimia yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecah ikatan hidrokarbon atau megoksidasi molekul permukaan sehingga zat kimia itu mengalami perubahan fisik maupun kimia. Aktivasi terbagi menjadi dua yaitu aktivasi secara fisika dan aktivasi secara kimia. Aktivasi secara fisika berarti dilakukan dengan bantuan panas, uap dan gas CO₂. Aktivasi kimia merupakan aktivasi yang dilakukan dengan cara

bantuan zat kimia lain yang disebut aktivator. Aktivator yang sering digunakan untuk proses aktivasi adalah alkali, klorida, sulfat, fosfat, dan asam-asam organik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 .

6. Resistansi Jenis Tanah

Menurut (Oktora, 2016) resistansi jenis tanah berkaitan langsung dengan kandungan air dan suhu sehingga dapat disimpulkan bahwa resistansi suatu pembumian atau pentanahan dapat berubah sesuai dengan perubahan iklim setiap tahun. Sistem pembumian akan lebih stabil apabila kedalaman lebih dalam untuk bekerja secara efektif. Sistem pembumian dapat dikonstruksikan dengan dengan elektroda atau pasak yang ditanam cukup dalam kedalam tanah.

Menurut (Sumardjati, 2008) resistansi jenis tanah sangat menentukan resistansi pentanahan dari elektroda-elektroda pentanahan. Resistansi jenis tanah diberikan dalam satuan Ohm-meter, yang mempresentasikan resistansi tanah yang diukur dari tanah yang berbentuk kubus yang berisi 1 meter. Penentuan resistansi jenis tanah ini tidak hanya bergantung pada jenis tanah saja, melainkan dipengaruhi oleh kelembaban tanah, kandungan mineral yang dimiliki tanah dan suhu (suhu tidak berpengaruh apabila di atas titik beku air), oleh karena itu resistansi jenis tanah bisa berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat yang lain bergantung dengan sifat-sifat yang dimilikinya.

Menurut (Pereira dkk., 2017) probe pada pembedaan dibangun dari berbagai jenis material. Dalam memantau nilai resistansi pada tanah dan mempelajari sifat-sifat bahan tanah kering dan pada kelembaban berbeda, fitur higroskopis probe pembedaan dapat membantu probe pembedaan dan tanah tetap lembab, sehingga menurunkan resistansi pada tanah. Kelembaban ini dipengaruhi oleh partikel pada tanah, yang terdiri dari air, mineral organik dan anorganik terlarut.

Secara umum nilai-nilai resistansi pada tanah dapat dilihat pada Tabel 2.2, Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Tabel 2.2 Nilai rata-rata tahanan jenis tanah

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis (Ω)
1	Tanah Rawa	30
2	Tanah liat dan ladang	100
3	Pasir basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir dan kerikil kering	1000
6	Tanah berbatu	3000

(Sumber: PUJIL 2000)

Tabel 2.3 Tahanan jenis tanah ke-2

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis ($\Omega\text{-m}$)
1	Tanah Rawa	10-40
2	Tanah pertanian	20-100
3	Pasir basah	50-200
4	Kerikil basah	200-3000
5	Kerikil kering	<1000
6	Tanah berbatu	2000-3000

(Sumber: SNI 04. 0225-2000)

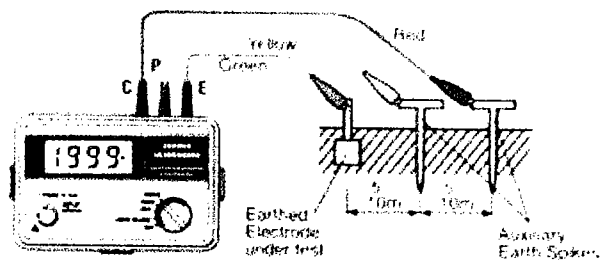
Tabel 2.4 Tahanan jenis tanah ke-3

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis ($\Omega\text{-m}$)
1	Tanah Organik	10
2	Tanah Basah	100
3	Tanah Kering	1000
4	Tanah Berbatu	10000

(Sumber: IEEE std 81 – 1983)

7. Pengukuran Tahanan Tanah

Menurut (Jamaludin, 2017) Pengukuran tahanan pentanahan bertujuan untuk menentukan tahanan antara besi atau plat tembaga yang ditanam dalam tanah yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik terhadap gangguan petir dan hubung singkat. Dengan demikian pelat tersebut harus ditanam hingga mendapatkan tahanan terhadap tanah sekitar yang sekecil- kecilnya. Untuk mengukur tahanan pentanahan digunakan alat ukur megger tanah (Earth Resistance Tester), seperti diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Earth resistance tester*

(Sumber: Jurnal, Karakteristik batang pentanahan sistem arang-garam (SIGARANG) sebagai upaya perbaikan sistem pentanahan)

Cara untuk mengoperasikan *earth resistance tester* pada Gambar 2.5 adalah sebagai berikut: probe E (probe berwarna hijau) dihubungkan dengan batang elektroda. Probe P dan C (probe berwarna kuning dan merah) dihubungkan dengan batang elektroda bantu yang masing-masing berjarak antara 5-10 meter. Setelah itu alat akan menunjukkan nilai resistansi pada tanah tersebut.