

Analisis Matematis Nilai Pembumian (Grounding) Menggunakan Electrical Simulation

Moethia Faridha¹, Rusilawati², Rais Mua'mmar³,
Ardiansyah⁴, Muhammad Aminuddin⁵

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam
Kalimantan¹²³⁴⁵

bariethia@gmail.com, habsyi.sila@gmail.com,
rais.muammar1993@gmail.com, amin.ro.7628@gmail.com

Abstrak

Bangunan Rumah Sakit (RS) yang menggunakan peralatan-peralatan canggih sebagai penunjang dalam segala aktivitas medisnya, mutlak memiliki sistem pentanahan yang baik dan sesuai standar persyaratan umum instalasi listrik (PUIL) 2000 sebesar 5Ω dan standar peralatan medis 1Ω yang menjamin keandalan dan keamanan pengoperasian peralatan-peralatan tersebut. Di RS Sultan Agung Banjarbaru, nilai tahanan pentanahan saat ini adalah maksimal 1.85Ω . Pihak RS ingin melakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan menjadi maksimal 1Ω .

Penyebab gagalnya nilai grounding / tahanan pentanahan yang rendah (*low independence*) di RS Sultan Agung Banjarbaru agar dapat mengalirkan gelombang listrik dan *transient voltage* ke tanah dari nilai maksimal 1.85Ω menjadi maksimal 1Ω di lapangan adalah kondisi musim di Indonesia yaitu kemarau dan musim hujan yang dapat mempengaruhi nilai pengukuran di lapangan, disebabkan kandungan air yang banyak dalam tanah hal ini dikarenakan air merupakan penghantar arus. Serta metode grounding : jumlah elektroda, kedalaman elektroda, sistem vertikal ataupun jaring / mesh mempengaruhi nilai dari grounding / tahanan pentanahan.

Hasil simulasi yang dihasilkan menggunakan *electrical calculation* adalah sistem *mesh* (paralel elektroda) dengan jumlah elektroda sebanyak 8 batang didapatkan nilai sebesar $0,909 \Omega$. Dengan ini diharapkan nilai tahanan pentanahan pada instalasi sistem tenaga listrik di RS Sultan Agung Banjarbaru dapat menjamin keandalan dan keamanan pengoperasian serta memperpanjang umur pakai peralatan medis digunakan, dapat menjaga keselamatan dan keamanan para karyawan dan dapat meningkatkan layanan kesehatan di RS Sultan Agung Banjarbaru sehingga tujuan RS meningkatkan kesehatan masyarakat dapat tercapai.

Kata Kunci : *Proteksi, Nilai pentanahan, simulasi.*

PENDAHULUAN

Sistem Penangkap Petir (*Lightning System*), Pentanahan perangkat elektronika yang ada pada bangunan dan Pentanahan Sistem Tenaga Listrik (*Grounding System*) [Jamaaluddin dkk; Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan]. Sistem pentanahan bertujuan untuk menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan listrik / elektronik, mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik, dan menyalurkan energi serangan petir ke tanah [Syaru Ramadhani, dkk; Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan di Gedung dan di Gardu induk pada Rumah Sakit Grand Mitra Medika Medan]. Menurut standar PUIL 2011, syarat pengujian tahanan pentanahan adalah resistansi pembumian perlengkapan dan instalasi listrik yang diamankan lebih baik kurang dari 5Ω (ohm) [BSN; PUIL 2011]. Di RS Sultan Agung Banjarbaru, nilai tahanan pentanahan yang digunakan saat ini adalah maksimal $1,85 \Omega$. Pihak RS ingin melakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan menjadi maksimal 1Ω agar dapat lebih menjamin keandalan dan keamanan pengoperasian peralatan-peralatan medis yang digunakan dan dapat memperpanjang umur pakai peralatan-peralatan tersebut. Dengan nilai tahanan pentanahan mencapai $1,85 \Omega$, dikhawatirkan peralatan-peralatan

medis yang dioperasikan untuk menjalankan aktivitas pelayanan pada pasien kurang maksimal dalam keamanannya dan akan lebih cepat mengalami kerusakan apabila terlalu sering dilewati arus atau tegangan yang terlalu tinggi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat ditemukan penyebab gagalnya usaha untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan pada instalasi sistem tenaga listrik di RS Sultan Agung Banjarbaru dan dapat dihitung secara matematis menggunakan *electrical simulation* nilai pentanahan yang sesuai dengan kondisi bangunan dan kondisi tanah tempat bangunan RS Sultan Agung Banjarbaru berdiri. Dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan keandalan, keamanan dan umur pakai peralatan-peralatan medis yang dioperasikan dan selanjutnya dapat memperbaiki pelayanan terhadap pasien di RS Sultan Agung Banjarbaru sehingga kesehatan masyarakat juga akan meningkat.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

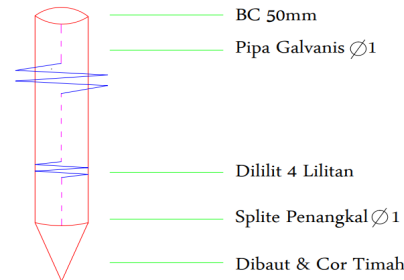
1. Lokasi Penelitian: RSI Sultan Agung Banjarbaru
2. Tahapan Penelitian



Gambar 1 Alur Proses Penelitian

3. Lokasi Penelitian
Rumah Sakit Islam Sultan Agung Banjarbaru dan laboratorium Sistem Tenaga Listrik Program Studi Teknik Elektro Uniska MAB Banjarmasin.
4. Alat dan Bahan yang digunakan
 - a. Labtop
 - b. Software electrical simulation
5. Simulasi Pengujian.
Tujuan utama dari penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan nilai tahanan pentanahan / grounding sebesar 1Ω atau lebih baik lagi jika bisa mendapatkan nilai di bawah 1Ω . Dengan menggunakan program *Electrik Simulation* untuk persamaan 1 (satu) dapat dilakukan :
 - a. Tahapan pertama metode *Vertical Elektrode* dengan menambah jumlah elektroda batang dengan panjang 1,5 m dan 2,5 meter, 3 meter dan 5 meter, dengan menggunakan metode ini akan

dilihat pengaruhnya terhadap nilai tahanan pentanahan / grounding atau sampai mendapatkan nilai di bawah 1 ohm.



Gambar 2 Metode *Vertical Elektrode*

- b. Selanjutnya menggunakan metode memparalel elektroda batang (*parallel Rod / sistem mesh*) juga data dilihat nilai penurunan tahanan pentanahan, dengan data simulasi paralel rod yaitu memberikan gabungan beberapa titik elektroda kita dapat memberi inputan data untuk perubahan jarak dan kedalaman dari paralel rod elektroda.



Gambar 3 Memparalel Elektroda / Sistem *Mesh*

- c. Menganalisis data menggunakan program *electrical calculation*. Penyajian hasil data dalam bentuk tabel dan deskripsi / pemaparan.

HASIL PEMBAHASAN

1. Penyebab Tingginya Nilai Tahanan Pentanahan di RS Sultan Agung Banjarbaru.

Untuk memiliki tahanan pentanahan yang rendah (*low-impedance*) yang dapat mengalirkan gelombang listrik dan *transient voltage* ke tanah dari nilai maksimal 1.85 Ω menjadi maksimal 1 Ω di lapangan adalah sebagai berikut :

- a. Kondisi musim di indonesia ada 2 yaitu musim kemarau dan musin hujan. Saat kondisi musim kemarau dapat mengakibatkan kenaikan pada nilai grounding / tahanan pentanahan dikarenakan perubahan kandungan air dalam tanah. Berbanding terbalik pada saat musim hujan nilai nilai grounding / tahanan pentanahan mengalami penurunan disebabkan kandungan air yang banyak dalam tanah hal ini dikarenakan air merupakan penghantar arus.
- b. Semakin dalam elektroda dipasang, ternyata ditemukan tanah pasir yang menyebabkan nilai tahanan pentanahan tinggi kembali.
- c. Metode grounding : jumlah elektroda, kedalaman elektroda, sistem vertikal ataupun jaring / mesh mempengaruhi nilai dari grounding / tahanan pentanahan.

2. Simulasi

- a. Instal program Electrical Calculation
- b. Pengujian untuk **Tahapan pertama** dengan menambah jumlah elektroda batang dengan panjang 1,5 m dan 2,5 meter, 3 meter dan 5 meter, dengan menggunakan metode ini akan dilihat pengaruhnya terhadap nilai tahanan pentanahan / grounding.

Tabel 1 Pengujian untuk Tahapan pertama (Panjang Elektroda 2,5 m)

Panjang Elektroda 2,5 Meter									
Jumlah Elektroda	Panjang Elektroda	Resistivitas Tanah Rawa	Tegangan Pengaman	Tahanan Pentanahan	Pemutus Yang Dizirkan				
1	2.5	30 Ω	50 V	12 Ω	0.01 A	0.03 A	0.1 A	0.3 A	0.5 A
2	2.5	30 Ω	50 V	6 Ω	0.01 A	0.03 A	0.2 A	0.3 A	0.5 A
3	2.5	30 Ω	50 V	4 Ω	0.01 A	0.03 A	0.3 A	0.3 A	0.5 A
4	2.5	30 Ω	50 V	3 Ω	0.01 A	0.03 A	0.4 A	0.3 A	0.5 A
5	2.5	30 Ω	50 V	2.4 Ω	0.01 A	0.03 A	0.5 A	0.3 A	0.5 A
6	2.5	30 Ω	50 V	2 Ω	0.01 A	0.03 A	0.6 A	0.3 A	0.5 A
7	2.5	30 Ω	50 V	1.714 Ω	0.01 A	0.03 A	0.7 A	0.3 A	0.5 A
8	2.5	30 Ω	50 V	1.5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.8 A	0.3 A	0.5 A
9	2.5	30 Ω	50 V	1.333 Ω	0.01 A	0.03 A	0.9 A	0.3 A	0.5 A
10	2.5	30 Ω	50 V	1.2 Ω	0.01 A	0.03 A	1.0 A	0.3 A	0.5 A
11	2.5	30 Ω	50 V	1.091 Ω	0.01 A	0.03 A	1.1 A	0.3 A	0.5 A
12	2.5	30 Ω	50 V	1	0.01 A	0.03 A	1.2 A	0.3 A	0.5 A
13	2.5	30 Ω	50 V	0.923 Ω	0.01 A	0.03 A	1.3 A	0.3 A	0.5 A

Tabel 2 Pengujian untuk Tahapan pertama (Panjang Elektroda 1,5 m)

Panjang Elektroda 1,5 Meter									
Jumlah Elektroda	Panjang Elektroda	Resistivitas Tanah Rawa	Tegangan Pengaman	Tahanan Pentanahan	Pemutus Yang Dizirkan				
1	1.5	30 Ω	50 V	20 Ω	0.01 A	0.03 A	0.1 A	0.3 A	0.5 A
2	1.5	30 Ω	50 V	10 Ω	0.01 A	0.03 A	0.2 A	0.3 A	0.5 A
3	1.5	30 Ω	50 V	6.667 Ω	0.01 A	0.03 A	0.3 A	0.3 A	0.5 A
4	1.5	30 Ω	50 V	5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.4 A	0.3 A	0.5 A
5	1.5	30 Ω	50 V	4 Ω	0.01 A	0.03 A	0.5 A	0.3 A	0.5 A
6	1.5	30 Ω	50 V	3.333 Ω	0.01 A	0.03 A	0.6 A	0.3 A	0.5 A
7	1.5	30 Ω	50 V	2.857 Ω	0.01 A	0.03 A	0.7 A	0.3 A	0.5 A
8	1.5	30 Ω	50 V	2.5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.8 A	0.3 A	0.5 A
9	1.5	30 Ω	50 V	2.222 Ω	0.01 A	0.03 A	0.9 A	0.3 A	0.5 A
10	1.5	30 Ω	50 V	2 Ω	0.01 A	0.03 A	1.0 A	0.3 A	0.5 A
11	1.5	30 Ω	50 V	1.818 Ω	0.01 A	0.03 A	1.1 A	0.3 A	0.5 A
12	1.5	30 Ω	50 V	1.667 Ω	0.01 A	0.03 A	1.2 A	0.3 A	0.5 A
13	1.5	30 Ω	50 V	1.538 Ω	0.01 A	0.03 A	1.3 A	0.3 A	0.5 A
14	1.5	30 Ω	50 V	1.429 Ω	0.01 A	0.03 A	1.4 A	0.3 A	0.5 A
15	1.5	30 Ω	50 V	1.333 Ω	0.01 A	0.03 A	1.5 A	0.3 A	0.5 A
16	1.5	30 Ω	50 V	1.25 Ω	0.01 A	0.03 A	1.6 A	0.3 A	0.5 A
17	1.5	30 Ω	50 V	1.176 Ω	0.01 A	0.03 A	1.7 A	0.3 A	0.5 A
18	1.5	30 Ω	50 V	1.111 Ω	0.01 A	0.03 A	1.8 A	0.3 A	0.5 A
19	1.5	30 Ω	50 V	1.053 Ω	0.01 A	0.03 A	1.9 A	0.3 A	0.5 A
20	1.5	30 Ω	50 V	1 Ω	0.01 A	0.03 A	2.0 A	0.3 A	0.5 A
21	1.5	31 Ω	51 V	0.952 Ω	0.01 A	0.03 A	2.1 A	0.3 A	0.5 A

Tabel 3 Pengujian untuk Tahapan pertama (Panjang Elektroda 3 m)

Panjang Elektroda 3 Meter									
Jumlah Elektroda	Panjang Elektroda	Resistivitas Tanah Rawa	Tegangan Pengaman	Tahanan Pentanahan	Pemutus Yang Diizinkan				
1	3	30 Ω	50 V	10 Ω	0.01 A	0.03 A	0.1 A	0.3 A	0.5 A
2	3	30 Ω	50 V	5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.2 A	0.3 A	0.5 A
3	3	30 Ω	50 V	3.333 Ω	0.01 A	0.03 A	0.3 A	0.3 A	0.5 A
4	3	30 Ω	50 V	2.5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.4 A	0.3 A	0.5 A
5	3	30 Ω	50 V	2 Ω	0.01 A	0.03 A	0.5 A	0.3 A	0.5 A
6	3	30 Ω	50 V	1.667 Ω	0.01 A	0.03 A	0.6 A	0.3 A	0.5 A
7	3	30 Ω	50 V	1.429 Ω	0.01 A	0.03 A	0.7 A	0.3 A	0.5 A
8	3	30 Ω	50 V	1.25 Ω	0.01 A	0.03 A	0.8 A	0.3 A	0.5 A
9	3	30 Ω	50 V	1.111 Ω	0.01 A	0.03 A	0.9 A	0.3 A	0.5 A
10	3	30 Ω	50 V	1 Ω	0.01 A	0.03 A	1.0 A	0.3 A	0.5 A
11	3	30 Ω	50 V	0.909 Ω	0.01 A	0.03 A	1.1 A	0.3 A	0.5 A
					0.01 A	0.03 A	0.12 A	0.3 A	0.5 A

Tabel 4 Pengujian untuk Tahapan pertama (Panjang Elektroda 5 m)

Panjang Elektroda 5 Meter									
Jumlah Elektroda	Panjang Elektroda	Resistivitas Tanah Rawa	Tegangan Pengaman	Tahanan Pentanahan	Pemutus Yang Diizinkan				
1	5	30 Ω	50 V	6 Ω	0.01 A	0.03 A	0.1 A	0.3 A	0.5 A
2	5	30 Ω	50 V	3 Ω	0.01 A	0.03 A	0.2 A	0.3 A	0.5 A
3	5	30 Ω	50 V	2 Ω	0.01 A	0.03 A	0.3 A	0.3 A	0.5 A
4	5	30 Ω	50 V	1.5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.4 A	0.3 A	0.5 A
5	5	30 Ω	50 V	1.2 Ω	0.01 A	0.03 A	0.5 A	0.3 A	0.5 A
6	5	30 Ω	50 V	1 Ω	0.01 A	0.03 A	0.6 A	0.3 A	0.5 A
7	5	30 Ω	50 V	0.857 Ω	0.01 A	0.03 A	0.7 A	0.3 A	0.5 A

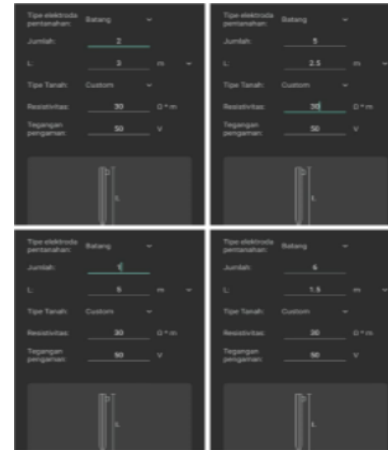
- c. Selanjutnya Simulasi tahapan kedua menggunakan memparalel elektroda batang (paralel Rod / mesh) juga data dilihat nilai penurunan tahanan pentanahan, dengan data simulasi paralel rod yaitu memberikan gabungan beberapa titik elektroda kita dapat memberi inputan data untuk perubahan jarak dan kedalaman dari paralel rod elektroda

Tabel 5 Pengujian untuk Tahapan pertama (Panjang Elektroda 5 m)

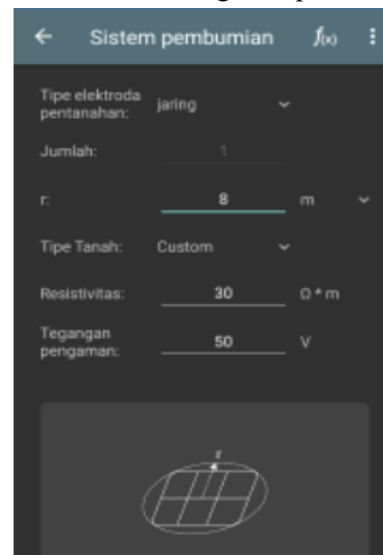
Jari-jari Elektroda (m)	Resistivitas Tanah Rawa (Ω)	Tegangan Pengaman (V)	Tahanan Pentanahan (Ω)	Pemutus Yang Diizinkan				
4	30	50	1.875 Ω	0.01 A	0.03 A	0.1 A	0.3 A	0.5 A
6	30	50	1.25 Ω	0.01 A	0.03 A	0.2 A	0.3 A	0.5 A
8	30	50	0.937.5 Ω	0.01 A	0.03 A	0.2 A	0.3 A	0.5 A



Gambar 4 Perhitungan Nilai Grounding / Tahanan Pentanahan



Gambar 5 Hasil Hitung Tahapan Pertama



Gambar 6 Hasil Hitung Tahapan Kedua

3. Pembahasan

Menganalisis data menggunakan program *elektrical calculation*. Penyajian hasil data dalam bentuk tabel, grafik dan deskripsi / pemaparan.

1. Pada pengukuran tahapan pertama (elektroda vertikal) dengan simulasi jumlah elektroda yang berbeda dari 1 batang sampai berjumlah 21 batang, panjang elektroda 1,5 m, resistivitas tanah jenis rawa 30 Ω , tegangan pengaman 50 Volt, nilai grounding / tahanan pentanahan menghasilkan 0,952 Ω pada jumlah elektroda 21 batang.
2. Pada pengukuran tahapan pertama (elektroda vertikal) dengan simulasi jumlah elektroda yang berbeda dari 1 batang sampai berjumlah 13 batang, panjang elektroda 2,5 m, resistivitas tanah jenis rawa 30 Ω , tegangan pengaman 50 Volt, nilai grounding / tahanan pentanahan menghasilkan 0,953 Ω pada jumlah elektroda 13 batang.
3. Pada pengukuran tahapan pertama (elektroda vertikal) dengan simulasi jumlah elektroda yang berbeda dari 1 batang sampai berjumlah 11 batang, panjang elektroda 3 m, resistivitas tanah jenis rawa 30 Ω , tegangan pengaman 50 Volt, nilai grounding / tahanan pentanahan menghasilkan 0,937 Ω pada jumlah elektroda 11 batang.
4. Pada pengukuran tahapan kedua (Sistem mesh / jaring / paralel elektroda) dengan simulasi jumlah elektroda yang berbeda dari 4 batang sampai berjumlah 8 batang, panjang elektroda 5 m, resistivitas tanah jenis rawa 30 Ω , tegangan pengaman 50 Volt, nilai grounding / tahanan pentanahan menghasilkan 0,909 Ω pada jumlah elektroda 8 batang.

5. Hasil simulasi terbaik yang dihasilkan adalah sistem mesh (paralel elektroda) dengan jumlah elektroda sebanyak 8 batang dan hanya 3 kali percobaan sudah didapatkan nilai sebesar 0,909 Ω .

KESIMPULAN

1. Penyebab gagalnya nilai grounding / tahanan pentanahan yang rendah (*low-impedance*) agar dapat mengalirkan gelombang listrik dan *transient voltage* ke tanah dari nilai maksimal 1.85 Ω menjadi maksimal 1 Ω di lapangan adalah sebagai berikut : kondisi musim di Indonesia yaitu kemarau dan musim hujan yang dapat mempengaruhi nilai pengukuran dilapangan, disebabkan kandungan air yang banyak dalam tanah hal ini dikarenakan air merupakan penghantar arus. Serta metode grounding : jumlah elektroda, kedalaman elektroda, sistem vertikal ataupun jaring / mesh mempengaruhi nilai dari grounding / tahanan pentanahan.
2. Hasil simulasi terbaik yang dihasilkan adalah sistem mesh (paralel elektroda) dengan jumlah elektroda sebanyak 8 batang dan hanya 3 kali percobaan sudah didapatkan nilai sebesar 0,909 Ω .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Dian Eka Putra, Jaka Udi*, PENGUKURAN GROUNDING SIIP PANEL DISTRIBUSI INSTALASI REKAM MEDIS RSUP DR. MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG, Jurnal Ampere Universitas PGRI Palembang, vol 3 no 1 2018
- [2] Jamaluddin1); Sumarno2) 1,2) Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA. vol. 1, No. 1. Hal 29-33. Tahun 2017
- [3] Hardiansyah. 2018. *Perancangan Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Airnav Indonesia Cabang Yogyakarta*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
- [4] IEEE Standard 142, "IEEE Recommended Practice For Grounding Of Industrial And Comercial Power Sistem", vol. 11, American National Standar Institute, USA, 1982.
- [5] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). SNI 0225:2011. Badan Standardisasi Nasional
- [6] Sunarno. Mekanikal Elektrikal Lanjutan. Andi Ofsett. Jakarta.