

RANCANG BANGUN PENANGKAL PETIR DENGAN MENGGUNAKAN TANAH BASAH DAN TANAH KERING PADA LABORATORIUM TEKNIK KONVERSI ENERGI

Syarifuddin¹⁾, Herman Nauwir²⁾, Sonong³⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

^{2,3)} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Lightning rods in the Laboratory of Energy Distribution System & Protection Polytechnic of Ujung Pandang State have not function properly so resistance value tends to be big, this is not good for earth. This problem can be solved by rebuilding lightning rods on wet and dry soil. This activity is done to minimize resistance value in this regard, this activity is done by designing, assembling and collecting data is done by testing, while data analysis is done by counting. Based on the results of the discussion concluded that the resistance value obtained is smaller than the previous tool. It is proved by the test result that the resistance value on the rod electrode in dry conditions is around 1.56 - 2.40 Ohm while the previous tool ranges from 1.6 to 9.0 Ohm. Then for the wet soil conditions ranging from 0.45 to 1.29 Ohm while the previous tool is ranging from 1.8 to 5.25 Ohm.

Keywords: *Lightning rod, Finial, Electrode rod, electrode plate*

1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak didaerah katulistiwa yang panas dan lembab , mengakibatkan terjadinya hari guruh (IKL) yang sangat tinggi dibanding daerah lainnya (100 -200 hari pertahun) , bahkan daerah cibinong sempat tercatat pada .Guinness Book of Records 1988, dengan jumlah 322 petir per tahun. Kerapatan sambaran petir di Indonesia juga sangat besar yaitu 12/km2/tahun yang berarti pada setiap luas area 1 km2 berpotensi menerima sambaran petir sebanyak 12 kali setiap tahunnya. Energy yang dihasilkan oleh satu sambaran petir mencapai 55 kwhours.Khusus di Kampus Politeknik petir telah banyak menimbulkan kerusakan yang merugikan di Politeknik . Semakin banyaknya pemakaian alat elektronik dan peralatan tegangan rendah saat ini telah meningkatkan jumlah statistik kerusakan yang timbul akibat sambaran petir, baik langsung maupun tidak langsung.Petir adalah suatu fenomena alam, yang pembentukannya dari terpisahnya muatan di dalam awan cumulonimbus yang terbentuk akibat adanya pergerakan udara keatas akibat panas dari permukaan laut serta adanya udara yang lembab, umumnya muatan negatif terkumpul dibagian bawah dan ini menyebabkan terinduksinya muatan positif diatas permukaan tanah,sehingga membentuk medan listrik antara awan dengan tanah jika muatan listrik cukup besar dan kuat medan listrik di udara dilampaui maka terjadilah pelepasan muatan berupa petir yang bergerak dengan kecepatan cahaya dengan efek merusak yang sangat dahsyat karena kekuatannya.Sambaran petir pada tempat yang jauh sekalipun sudah mampu merusak sistem elektronika dan peralatannya, misalnya instalasi jaringan komputer, perangkat telekomunikasi seperti PABX dan modem, sistem kontrol, alat-alat pemancar dan instrumen, serta peralatan elektronik sensitif lainnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan dalam dua tahap, yaitu penelitian tahun ke-1 dan penelitian tahun ke2 Metode penelitian yang dipakai adalah merancang bangun, menguji hasil rancang bangun dan mengimplementasikan hasil rancang bangun. Secara struktural perangkat sistem peralatan ini akan diuraikan sebagai berikut. Pada penelitian tahun pertama yang dilakukan adalah Penelitian Penangkal petir eksternal. Penangkap Petir (Finial)

Fungsi finial penangkalan petir adalah ”menangkap petir” atau merupakan ”obyek sambaran petir” sehingga petir tidak menyambar atau mengenai tempat lain. Finial penangkal petir berada di bagian teratas dari penangkal petir, dari logam dan bentuk tegak maupun mendatar. Finial-finial petir ditempatkan dengan susunan tertentu sedemikian rupa sehingga sedapat mungkin semua petir dapat ditangkapnya tanpa mengenai bagian-bagian lain yang dilindunginya ,dalam penelitian ini akan dirancang penangkap petir (Finial) yang dapat dengan cepat menyambut luncuran arus petir dalam hal ini mampu untuk lebih cepat dari sekelilingnya.untuk memasang finial ini akan dibuat menara yang lebih tinggi dari gedung laboratarium Teknik Konversi Energi.

¹ Korespondensi: syafruddin@poliupg.ac.id

Penangkal Petir Internal

Langkah-Langkah Penelitian Dan Pengujian

A. Rancang Bangun

Perancangan sistem penangkal petir yang meliputi penangkal petir eksternal dan internal untuk menentukan dimensi, susunan, jenis bahan dan lainnya, didasarkan pada tingkat perlindungan yang diinginkan dan dalam konteks arus petir didasarkan pada besar parameter arus petir adapun penelitian tahun 1 yang dilakukan adalah.

1. Pembuatan Finial Penangkal Petir

Penentuan sistem disini adalah berdasarkan pada hasil penelitian pendahuluan yang sudah ada.

2. Pengadaan Sistem Penyaluran Arus Petir

Arus sambaran petir yang mengenai finial harus secara cepat dialirkan ke tanah dengan pengadaan sistem penyaluran arus petir melalui jalan terpendek. Dimensi atau luas penampang, jumlah dan rute penghantar ditentukan oleh kuadrat arus impuls sesuai dengan tingkat perlindungan yang ditentukan serta tingginya arus puncak petir.

3. Pembuatan Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan berfungsi sebagai sarana mengalirkan arus petir yang menyebar ke segala arah ke dalam tanah. Selain itu sistem pentanahan sangat menentukan rancangan sistem penangkal petir internal, semakin tinggi harga tahanan pentanahan akan semakin tinggi pula tegangan pada penyama potensial (potential equalizing bonding) sehingga upaya perlindungan internalnya akan lebih berat. Pada penelitian ini akan dibuat pentanahan elektroda batang dengan 5 variasi kedalam dan pentanahan elektroda plat juga 5 variasi luas flat dengan kedalam 2 meter.

B. Pengujian Hasil Rancang Bangun

1. Metode Pengujian

Dalam melakukan pengujian terhadap sistem peralatan yang dibuat maka akan diterapkan metode pengujian sebagai berikut :

- a. Metode analitis-komparatif : yaitu menganalisa hasil pengujian dengan aturan-aturan fisika dan listrik yang baku kemudian membandingkan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan secara teoritis.
- b. Metode deskriptif : yaitu melakukan pengamatan terhadap suatu perubahan yang diakibatkan oleh perlakuan terhadap obyek atau sistem dan melukiskannya dalam suatu simpulan.

2. Parameter Pengujian

Parameter yang akan diuji dapat dikelompokkan ke dalam besaran listrik sebagai berikut :

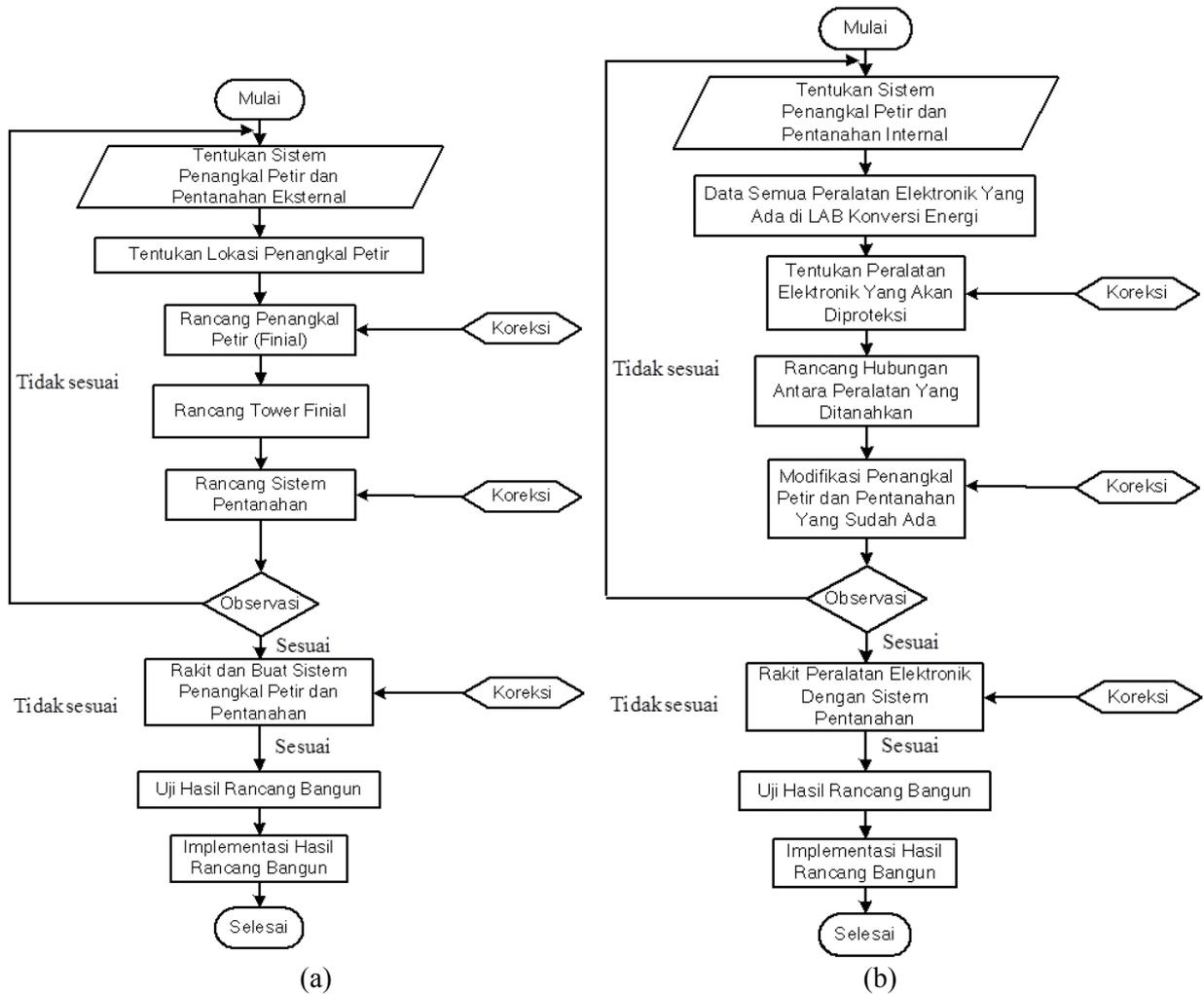
- a. Parameter utama : yaitu besaran tegangan pentanahan dan Tahanan pentanahan.
- b. Parameter tambahan : yaitu Besaran Tahanan jenis tanah pentanahan.

3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang akan dilakukan adalah :

- a. Meng-*install* hubungan finial petir sebagai penangkap petir dengan sistem pentanahan sebagai penampung petir dengan konduktor sebagai penyalur petir..
- b. Mencatu sistem peralatan dengan daya listrik sambil melakukan survei deskriptif.
- c. Mengaktifkan semua instrumen dan mencatat nilai-nilai pembacaannya.

Hasil pengujian digunakan untuk mengoreksi rancangan dan melakukan penyetelan/rancangan ulang jika dijumpai ketidaksesuaian yang signifikan.



Gambar 1. (a) Diagram alir langkah-langkah penelitian dalam tahun ke-1, (b) langkah-langkah penelitian dalam tahun ke-2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Data Hasil Percobaan Pengukuran Pentanahan Pada Elektroda Plat dalam Keadaan Kering

No.	Jenis tanah	Jarak	Luas Elektroda Plat (m x m)	Tahanan Pentanahan R (Ω)	Tegangan Pentanahan (v)
1.	Kering	E-P = 3 m E-C = 7 m	0,2 x 0,2	7,51	0,4
			0,3 x 0,3	6,20	0,4
			0,4 x 0,4	5,12	0,5
		Paralel	0,2 – 0,4	4,10	0,4
			0,3 – 0,4	3,86	0,5
			0,2 – 0,3	4,07	0,4
		Semua		3,60	0,3
		E-P = 10 m E-C = 14 m	0,2 x 0,2	6,80	0,4
			0,3 x 0,3	5,81	0,4
			0,4 x 0,4	4,73	0,5
		Paralel	0,2 – 0,4	3,90	0,3
			0,3 – 0,4	3,75	0,3
			0,2 – 0,3	4,29	0,3
		Semua		3,45	0,2

Tabel 2 Data Hasil Percobaan Pengukuran Pentanahan Pada Elektroda Plat dalam Keadaan Basah

No.	Jenis tanah	Jarak	Luas Elektroda Plat (m x m)	Tahanan Pentanahan R (Ω)	Tegangan Pentanahan (v)
1	Basah	E-P = 3 m E-C = 7 m	0,2 x 0,2	3,56	0,6
			0,3 x 0,3	4,50	0,6
			0,4 x 0,4	5,20	0,6
		Paralel	0,2 – 0,4	2,78	0,6
			0,3 – 0,4	2,59	0,6
			0,2 – 0,3	2,93	0,6
		Semua		2,40	0,6
		E-P = 10 m E-C = 14 m	0,2 x 0,2	2,93	0,6
			0,3 x 0,3	3,61	0,6
			0,4 x 0,4	4,16	0,7
		Paralel	0,2 – 0,4	3,97	0,6
			0,3 – 0,4	3,10	0,6
			0,2 – 0,3	3,38	0,6
		Semua		2,95	0,6

Tabel 3 Data Hasil Percobaan Pengukuran Pentanahan Pada Elektroda Batang dalam Keadaan Kering

No.	Jenis Tanah	Jarak	Kedalaman Elektroda (m)	Tahanan Pentanahan R (Ω)	Tegangan Pentanahan (v)
1.	Kering	E-P = 3 m E-C = 5 m	6	2,40	0,3
			12	1,94	0,3
		Paralel		1,54	0,3
		E-P = 7 m E-C = 11 m	6	1,80	0,3
			12	1,71	0,3
		Paralel		1,30	0,3
		E-P = 10 m E-C = 14 m	6	1,56	0,2
			12	1,35	0,2
Paralel		1	0,2		

Tabel 4 Data Hasil Percobaan Pengukuran Pentanahan Pada Elektroda Batang dalam Keadaan Basah

No.	Jenis Tanah	Jarak	Kedalaman Elektroda (m)	Tahanan Pentanahan R (Ω)	Tegangan Pentanahan (v)
1	Basah	E-P = 3 m E-C = 5 m	6	1,29	0,3
			12	0,86	0,1
		Paralel		0,58	0,2
		E-P = 7 m E-C = 11 m	6	0,52	0,4
			12	0,30	0,3
		Paralel		0,28	0,3
		E-P = 10 m E-C = 14 m	6	0,45	0,3
			12	0,42	0,2
Paralel		0,35	0,3		

- Menghitung Nilai Tahanan Elektroda Plat

Sebagai contoh perhitungan diambil data no. 1 pada tabel 1 untuk kondisi tanah kering dengan data sebagai berikut :

Dari data no. 1 pada tabel 1 diketahui bahwa :

a. Kedalaman Pasak (s) = 2,2 m

b. Luasan Pasak (w.l) = 0,2 x 0,2 m

$$c. R_p = 7,51$$

untuk mendapatkan nilai ρ , dan R_{th} digunakan Persamaan Sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}\rho &= \text{Kedalaman} \times R_p \\ &= 2,2 \times 7,51 \\ &= 16,52 \Omega\text{m}\end{aligned}$$

Tahanan Secara Teoritis (R_{th})

$$\begin{aligned}R_{th} &= \frac{\rho}{4,2} \left(\frac{1}{w.L} + \frac{0,1}{s} \right) \\ &= \frac{1 \cdot 5}{4,2} \left(\frac{1}{0,2 \times 0,2} + \frac{0,1}{2,2} \right) \\ &= 3,93 (25 + 0,07) \\ &= 98,52 \Omega\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh hasil analisa data yang lain selengkapnya dapat dilihat pada Tabel Analisa Data 5

- Menghitung Nilai Tahanan Elektroda Batang

Sebagai contoh perhitungan diambil data no. 1 pada tabel 3 untuk kondisi tanah kering dengan kedalaman 6 meter, dengan data sebagai berikut :

Dari data no. 1 pada tabel 3 diketahui bahwa :

- L = 6 meter
- $R_p = 2,4 \Omega$
- a = 0,0254 m

Untuk mendapatkan Nilai ρ , dan R_{th} digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\rho &= R_p \times L \\ &= 2,4 \times 6 \\ &= 14,4 \Omega\text{m}\end{aligned}$$

Tahanan secara teoritis (R_{th})

$$\begin{aligned}R_{th} &= \frac{\rho}{2\pi} \left(\text{Ln} \frac{4L}{a} - 1 \right) \\ &= \frac{1 \cdot 4}{2\pi \cdot 6} \left(\text{Ln} \frac{4,6}{0,0} - 1 \right) \\ &= 1,69\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh hasil analisa data yang lain selengkapnya dapat dilihat pada Tabel Analisa Data .

- Menghitung Nilai Tahanan Paralel Elektroda Batang

Sebagai contoh perhitungan diambil data no. 1 pada tabel 3 untuk kondisi tanah Kering dengan kedalaman 6 meter dan 12 meter dengan data sebagai berikut:

Untuk mendapatkan Nilai $R_{paralel}$ digunakan Persamaan Sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_p} &= \frac{1}{2,4} + \frac{1}{1,9} \\ &= 0,42 + 0,52 \\ &= 0,94 \Omega \\ R_{paralel} &= \frac{1}{0,9} \\ &= 1,063 \Omega\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh hasil analisa data yang lain selengkapnya dapat dilihat pada tabel Analisa Data

- Menghitung nilai tahanan Paralel Elektroda Plat

Sebagai contoh perhitungan diambil data no. 1 pada tabel 1 untuk kondisi tanah kering dengan ukuran 0,2 x 0,2 meter², 0,3 x 0,3 meter², dan 0,4 x 0,4 meter² dengan data sebagai berikut :

Untuk mendapatkan nilai $R_{paralel}$ digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_p} &= \frac{1}{4,1} + \frac{1}{3,8} + \frac{1}{4,0} \\ &= 0,243 + 0,259 + 0,245 \\ &= 0,747 \Omega\end{aligned}$$

$$R_{\text{paralel}} = \frac{1}{0,7}$$

$$= 1,338 \Omega.$$

Dengan cara yang sama, diperoleh hasil analisa data yang lain selengkapnya dapat dilihat pada tabel Analisa Data.

Dari hasil pengujian sistem pentanahan di laboratorium, pentanahan elektroda batang yang ditanam masing-masing 6 meter dan 12 meter, dan elektroda plat dengan ukuran 0.2 x 0.2 meter, 0.3 x 0.3 meter, dan 0.4 x 0.4 meter. Data yang diperoleh dari elektroda batang dengan kedalaman 6 meter diperoleh tahanan pentanahan pada kondisi kering berkisar 1,56 – 2,40 Ohm, untuk kondisi tanah basah berkisar 0,45 – 1,29 Ohm, Untuk elektroda dengan kedalaman 12 meter diperoleh tahanan pentanahan pada kondisi kering berkisar 1,35 – 1,94 Ohm, untuk kondisi tanah basah berkisar 0,42 – 0,86 Ohm. Untuk elektroda dengan kedalaman yang diparalel yaitu 6 meter dan 12 meter untuk kondisi tanah kering yaitu berkisar 1 – 1,54 Ohm, untuk kondisi tanah basah yaitu berkisar 0,35 – 0,58 Ohm.

Data yang diperoleh dari elektroda plat dengan ukuran 0.2 x 0.2 meter, 0.3 x 0.3 meter, dan 0.4 x 0.4 meter diperoleh tahanan pentanahan pada kondisi kering berkisar 3,45 – 7,51 Ohm, untuk kondisi tanah basah berkisar 2,78 – 5,20 Ohm. Untuk elektroda dengan luasan yang diparalel yaitu 0.2 x 0.2 meter, 0.3 x 0.3 meter, dan 0.4 x 0.4 meter untuk kondisi tanah kering diperoleh nilai tahanan berkisar 0,2 – 0,5 Ohm, untuk tanah basah yaitu berkisar 2,4 – 4,5 Ohm.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan pada BAB 5 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Menghasilkan sistem pentanahan elektroda batang yang ditanam masing-masing 6 meter dan 12 meter, dan elektroda plat dengan ukuran 0.2 x 0.2 meter, 0.3 x 0.3 meter, dan 0.4 x 0.4 meter.
2. Untuk elektroda batang dengan tanah kering pada kedalaman 6 meter dan 12 meter menghasilkan nilai tahanan berkisar 1,56 – 2,40 Ohm dan 1,35 – 1,94 Ohm sedangkan untuk tanah basah pada kedalaman 6 meter dan 12 meter menghasilkan nilai tahanan berkisar 0,45 – 1,29 Ohm dan 0,42 – 0,86 Ohm. Selanjutnya elektroda plat pada ukuran 0.2 x 0,2 meter, 0,3 x 0,3 meter, 0,4 x 0,4 meter pada kondisi tanah kering menghasilkan nilai tahanan pentanahan berkisar 3,45 – 7,51 Ohm, sedangkan untuk kondisi tanah basah berkisar 2,78 – 5,20 Ohm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Syamsul & Awaluddin, Andi. 2009. *Pembuatan Penangkal Petir Dengan Menggunakan Sistem Pentanahan Batang Dan Plat*, Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Darwanto Djoko, 1995. *Sistem Proteksi Petir dan Sistem Penangkal Petir*, PT.Tritech Consult'.
- Hamdani, M. Hisyam & Cahyo, M. Dwi. 2014. *Standar Nilai Resistan Penumbumian Grounding*. <http://ahlipenangkalpetir.blogspot.co.id/2014/01/standar-nilai-resistan-penumbumian-grounding.html>
- Rajagukguk, Managam. 2012. *Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Penumbumian Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Universitas Tanjungpura.
- Sanusi, Asman. dkk. 2007. *Rancang Bangun Pentanahan Elektroda Rod dan Plat Pada Laboratorium Teknik Konversi Energi*. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Suprijono, G & Tohari, Muhammad. 2014. *Sitim Penangkal Petir Pada Instalasi Vital Atau Gedung Bertingkat Di PT. Telkom Tegal*. Program Studi Teknik Elektro Politeknik Harapan Bersama Tegal.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementrian Riset Teknologi dan Pendidikan tinggi atas kepercayaan dan bantuan dana dalam pelaksanaan penelitian ini.