

ANALISIS TAHANAN TANAH PADA PERUMAHAN BUMI TAMALANREA PERMAI MAKASSAR

Herman N., Sukma Abadi¹⁾, Muh. Ishak Syaid, Jerry M. Hendra²⁾

Abstrak: Sistem Pembumian adalah perencanaan instalasi kelistrikan untuk sistem proteksi yang bertujuan untuk memberikan solusi menyeluruh berupa perlindungan peralatan elektronik, bangunan, ketersediaan layanan, dan keselamatan manusia terhadap kemungkinan bahaya kejut listrik serta kerusakan akibat petir/tegangan berlebih. Perencanaan sistem pembumian membutuhkan nilai tahanan jenis tanah dan batang elektroda yang digunakan agar dapat mengetahui nilai pembumian, diantaranya menggunakan alat ukur dan perhitungan dengan menggunakan perumusan untuk mencapai nilai grounding yang ditetapkan. Menurut PUIL 2000 [3.13.2.10] Resistansi nilai pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Hasil pengukuran dan perhitungan di Perumahan Bumi Tamalanrea Permai didapatkan nilai rata-rata tahanan jenis tanah sebesar 24.501 Ω . Dari data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa secara umum jenis tanah yang ada pada perumahan tersebut tergolong jenis tanah rawa. Namun demikian, 6 blok diantaranya tidak termasuk kategori tersebut, yakni blok A, B, C, E dan L dikarenakan memiliki tahanan jenis rata-rata di atas 30 Ω .

Kata Kunci: Tanah, resistansi, elektroda, pembumian.

I. PENDAHULUAN

Pentanahan (pembumian) merupakan salah satu faktor penting dalam menjamin keamanan sebuah bangunan dari gangguan kelistrikan, seperti petir, hubung singkat ke tanah, dan sebagainya. Indikator aman/tidaknya sebuah daerah dari segi pentanahan dilihat dari nilai tahanan tanah di daerah tersebut.

Setiap daerah atau lokasi memiliki karakteristik tanah tertentu. Karakteristik tanah menentukan tinggi/rendahnya nilai tahanan tanah dari daerah tersebut.

Perumahan Bumi Tamalanrea Permai di daerah Kelurahan Tamalanrea Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar merupakan suatu kawasan yang jumlah penduduknya sangat besar. Kawasan Bumi Tamalanrea Permai sendiri adalah daerah yang sangat luas. Oleh karena itu, diperlukan analisis karakter tanah secara umum di kawasan tersebut agar dapat diketahui tingkat keamanan dari potensi terjadinya gangguan kelistrikan.

Berdasarkan data statistik sepanjang tahun 2012 jumlah gangguan transmisi telah terjadi pada Perumahan Bumi Tamalanrea Permai (BTP) Makassar sebanyak 22 kali. Jumlah gangguan distribusi sebanyak 662 kali (data statistik PLN tahun 2012).

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Alumni Program D4 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui betapa pentingnya sistem pentanahan untuk mengamankan peralatan–peralatan listrik maupun mesin–mesin listrik.

Pentanahan (pembumian) adalah suatu usaha yang dilakukan untuk mengamankan suatu sistem rangkaian listrik terhadap hubung singkat pada peralatan. Arus hubung singkat tersebut akan disalurkan ke tanah agar tidak membahayakan bagi orang di sekitar peralatan, baik pengguna maupun alat itu sendiri, terutama pada peralatan listrik dengan rangka (*body*) yang terbuat dari logam. Dengan adanya sistem pentanahan, maka saat gangguan terjadi pada sistem tenaga listrik, arus gangguan dapat dengan cepat disebarkan ke segala arah. Arus gangguan menimbulkan gradien tegangan antara peralatan dengan peralatan, peralatan dengan tanah, serta permukaan pada tanah itu sendiri.

Pada pentanahan, yang menjadi faktor penting adalah tahanan tanah itu sendiri. Oleh karena itu, dalam merancang pentanahan diperlukan analisis kondisi tanah yang akan ditempati untuk memasang pentanahan.

Pada awalnya, struktur tanah pada Perumahan Bumi Tamalanrea Permai (BTP) Makassar adalah rawa dan separuhnya berbukit. Hampir semua lokasi yang kondisinya rawa dilakukan penimbunan sebelum dibangun sebuah bangunan, dalam hal ini timbunan hanya berfungsi mengamankan dari potensi ketinggian air yang berlebih pada curah hujan besar, tapi tidak mengubah kondisi tanah yang mempunyai kadar air lebih. Sedangkan pada wilayah yang berbukit kondisi tanahnya adalah jenis tanah organik meskipun sebagian kecil ditemukan tumpukan bebatuan besar.

Rumus dasar yang digunakan untuk menghitung tahanan tanah ialah:

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

dimana:

ρ = Tahanan jenis Tanah

R = Tahanan Tanah

L = Panjang Batang Elektroda

a = Jari-Jari Batang Elektroda

Untuk memperkecil nilai tahanan pembumian dilakukan dengan menambahkan batang elektroda dengan menghubungkannya secara paralel. Jarak minimal antar elektroda 2x panjangnya. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (2)$$

II. METODE PENELITIAN

Penelitian tentang Analisis Tahanan Tanah berlokasi di Perumahan Bumi Tamalanrea Permai, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 4 Juni 2013 sampai dengan 31 Agustus 2013.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan rumus yang dipakai oleh Professor H.B Dwight dalam menganalisis serta menggunakan Elektroda Tunggal. Hal ini dilakukan untuk memudahkan peneliti dalam mendapatkan variabel-variabel yang dibutuhkan untuk menganalisis tahanan tanah agar sistem pentanahan yang akan dipertimbangkan untuk digunakan akan sesuai dengan kondisi tanah tersebut.

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur nilai tahanan tanah pada seratus titik sampel pada 20 blok yang berbeda di Perumahan BTP Makassar. Tiap blok diambil 5 titik dengan koordinat yang berbeda. Tiap titik sampel pengambilan data, pengukuran dilakukan dengan tiga kedalaman yang berbeda, yaitu 40 cm, 50 cm, dan 60 cm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data hasil pengukuran.

Tabel 1. Hasil pengambilan data (pengukuran tahanan tanah)

No	Blok	Kondisi Tanah	Tahanan Tanah (Ω)			Titik Koordinat
			0,4 m	0,5 m	0,6 m	
1	A	Lembab	47.7	43.4	40.9	S 05°08'00.5"/E 119°30'18.5"
2		Kering	60.6	58.6	55.1	S 05°07'53.8"/E 119°30'21.6"
3		Lembab	49.4	42.7	36.2	S 05°07'56.8"/E 119°30'25.3"
4		Basah	54.2	49.1	47.6	S 05°08'02.7"/E 119°30'23.3"
5		Kering	48.9	43.7	39.7	S 05°08'03.3"/E 119°30'27.3"
6	B	Kering	79.1	75.4	70.2	S 05°08'04.5"/E 119°30'30.3"
7		Kering	83.1	77.9	73.4	S 05°08'02.1"/E 119°30'34.2"
8		Kering	88.4	81.3	78.4	S 05°08'04.7"/E 119°30'32.9"
9		Basah	65.6	61.7	58.8	S 05°08'00.2"/E 119°30'38.3"
10		Kering	77.8	73.4	69.9	S 05°07'59.9"/E 119°30'43.0"
11	C	Basah	43.4	38.1	33.3	S 05°08'08.6"/E 119°30'33.6"
12		Lembab	66.2	58.3	55.4	S 05°08'10.1"/E 119°30'29.1"
13		Lembab	68.7	62.4	59.1	S 05°08'12.7"/E 119°30'35.4"
14		Lembab	54.4	48.3	41.4	S 05°08'10.6"/E 119°30'39.4"
15		basah	41.9	39.4	35.7	S 05°08'08.1"/E 119°30'43.4"
16	D	Lembab	53.6	47.8	41.9	S 05°08'13.4"/E 119°30'53.4"
17		Lembab	48.4	41.7	36.1	S 05°08'12.8"/E 119°30'49.4"

18		Lembab	64.1	59.9	55.5	S 05°08'08.5"/E 119°30'51.2"
19		Lembab	67.9	54.3	49.7	S 05°08'11.0"/E 119°30'54.3"
20		Lembab	52.8	46.6	40.4	S 05°08'10.11"/E 119°30'54.3"
21	E	Lembab	58.4	50.5	47.1	S 05°08'15.8"/E 119°30'52.9"
22		Lembab	58.6	55.3	45.5	S 05°08'16.3"/E 119°30'49.7"
23		Lembab	51.3	47.8	41.2	S 05°08'18.7"/E 119°30'52.0"
24		Lembab	56.4	43.1	39.6	S 05°08'20.9"/E 119°30'48.5"
25		Basah	59.9	53.4	48.7	S 05°08'16.6"/E 119°30'45.0"
26	F	Basah	20.4	17.6	12.1	S 05°08'7.82"/E 119°31'29.0"
27		Basah	19.9	16.3	11.4	S 05°08'13.32"/E119°31'28.08"
28		Lembab	36.7	30.4	27.7	S 05°08'16.83"/E119°31'30.88"
29		Basah	34.1	26.6	21.3	S 05°08'20.65"/E119°31'29.44"
30		Basah	47.8	36.1	33.6	S 05°08'20.12"/E119°31'27.36"
31	G	Lembab	54.3	47.8	41.1	S 05°08'23.1"/E 119°30'43.8"
32		Lembab	44.2	36.1	33.6	S 05°08'26.8"/E 119°30'38.6"
33		Basah	51.3	45.3	39.5	S 05°08'27.1"/E 119°30'42.1"
34		Basah	49.7	41.2	35.6	S 05°08'24.0"/E 119°30'39.6"
35		Lembab	56.4	47.8	41.2	S 05°08'15.9"/E 119°30'41.1"
36	H	Lembab	48.2	34.9	30.4	S 05°08'32.7"/E 119°30'35.2"
37		Basah	38.4	30.0	25.5	S 05°08'29.8"/E 119°30'37.4"
38		Lembab	36.5	27.2	22.8	S 05°08'27.4"/E 119°30'32.8"
39		Lembab	38.6	28.4	23.7	S 05°08'30.0"/E 119°30'31.5"
40		Lembab	41.1	28.6	25.2	S 05°08'25.1"/E 119°30'34.7"
41	I	Basah	31,4	27.7	21.8	S 05°08'20.3"/E 119°30'30.0"
42		Basah	38,9	31.6	26.4	S 05°08'13.0"/E 119°30'26.8"
43		Basah	47.7	40.1	35.4	S 05°08'17.6"/E 119°30'31.2"
44		Basah	37.6	34.1	29.0	S 05°08'15.8"/E 119°30'34.5"
45		Basah	35.5	29.1	24.6	S 05°08'20.0"/E 119°30'34.8"
46	J	Lembab	63.4	51.1	45.7	S 05°08'19.4"/E 119°30'18.1"
47		Basah	31.9	27.7	21.9	S 05°08'20.0"/E 119°30'25.7"
48		Lembab	54.3	50.9	48.5	S 05°08'24.1"/E 119°30'27.5"

49		Lembab	42.1	38.4	31.7	S 05°08'30.8"/E 119°30'28.4"
50		Lembab	41.8	34.8	29.9	S 05°08'33.7"/E 119°30'30.0"
51	K	Lembab	55.6	43.1	40.3	S 05°08'20.7"/E 119°30'16.7"
52		Basah	29.6	22.4	19.5	S 05°08'23.3"/E 119°30'20.5"
53		Kering	70.1	68.3	54.2	S 05°08'25.5"/E 119°30'17.7"
54		Lembab	30.4	25.8	20.9	S 05°08'24.3"/E 119°30'24.5"
55		Lembab	48.7	36.3	31.4	S 05°08'28.4"/E 119°30'22.1"
56	L	Kering	70.1	62.7	58.3	S 05°08'10.8"/E 119°30'14.5"
57		Kering	91.1	79.7	64.2	S 05°08'12.5"/E 119°30'22.8"
58		Kering	180.7	150.8	137.1	S 05°08'14.7"/E 119°30'20.0"
59		Lembab	50.6	43.2	39.7	S 05°08'08.3"/E 119°30'19.1"
60		Kering	40.2	35.7	28.4	S 05°08'10.7"/E 119°30'23.7"
61	M	Lembab	20.7	15.5	11.3	S 05°08'03.8"/E 119°30'13.3"
62		Basah	9.5	8.5	7.3	S 05°08'06.6"/E 119°30'08.1"
63		Kering	109.4	103.1	100.2	S 05°08'13.9"/E 119°30'12.3"
64		Basah	10.9	9.1	7.7	S 05°08'07.7"/E 119°30'15.2"
65		Lembab	35.2	25.6	20.7	S 05°08'00.8"/E 119°30'07.4"
66	AA	Basah	27.1	21.1	17.6	S 05°08'11.80"/E 119°31'3.35"
67		Kering	42.6	41.7	36.9	S 05°08'12.11"/E 119°31'6.45"
68		Basah	28.7	23.4	18.7	S 05°08'14.97"/E 119°31'34.31"
69		Lembab	30.4	26.5	21.1	S 05°08'14.6"/E 119°30'06.8"
70		Lembab	31.6	25.9	22.4	S 05°08'18.06"/E 119°31'5.18"
71	AB	Lembab	37.8	31.4	27.7	S 05°08'18.88"/E 119°31'4.92"
72		Basah	26.3	22.4	18.1	S 05°08'19.61"/E 119°31'3.76"
73		Basah	27.7	21.3	17.6	S 05°08'21.98"/E 119°31'3.88"
74		Lembab	41.1	38.8	36.9	S 05°08'20.66"/E 119°31'3.12"
75		Basah	36.4	31,2	27.4	S 05°08'19.10"/E 119°31'1.64"
76	AC	Basah	19.9	16.1	14.2	S 05°08'07.8"/E 119°31'07.5"
77		Basah	26.1	21.4	17.7	S 05°07'58.2"/E 119°31'09.2"
78		Basah	32.1	26.7	24.6	S 05°07'56.2"/E 119°31'12.8"
79		Basah	24.5	21.3	18.8	S 05°08'00.7"/E 119°31'08.4"

80		Lembab	28.7	22.9	16.4	S 05°08'82.64"/E 119°31'6.87"
81	AD	Basah	24.1	21.6	16.4	S 05°07'50.9"/E 119°31'13.0"
82		Basah	28.4	22.7	17.1	S 05°07'45.5"/E 119°31'19.9"
83		Basah	27.6	24.4	20.1	S 05°07'41.5"/E 119°31'16.9"
84		Basah	21.8	15.6	12.1	S 05°07'43.5"/E 119°31'14.3"
85		Basah	22.2	18.4	14.9	S 05°07'42.3"/E 119°31'06.7"
86	AE	Lembab	44.9	35.4	29.6	S 05°08'23.9"/E 119°31'24.8"
87		Lembab	39.6	31.2	24.8	S 05°08'31.8"/E 119°31'17.3"
88		Lembab	47.8	35.1	30.7	S 05°08'38.0"/E 119°31'15.2"
89		Basah	31.0	27.4	21.1	S 05°08'27.1"/E 119°31'13.5"
90		Basah	33.2	26.1	20.9	S 05°08'21.6"/E 119°31'10.3"
91	AF	Basah	29.6	23.1	17.8	S 05°08'11.4"/E 119°31'45.9"
92		Basah	27.3	21.2	16.4	S 05°08'16.3"/E 119°31'53.7"
93		Basah	28.8	22.9	16.1	S 05°08'23.4"/E 119°31'51.5"
94		Lembab	33.4	26.7	22.2	S 05°08'34.4"/E 119°31'48.2"
95		Lembab	34.8	24.1	19.6	S 05°08'37.9"/E 119°31'43.7"
96	G Baru	Lembab	52.4	43.5	38.6	S 05°08'18.62"/E 119°30'35.91"
97		Lembab	41.2	32.8	28.7	S 05°08'19.81"/E 119°30'37.62"
98		Lembab	44.6	36.4	31.2	S 05°08'20.73"/E 119°30'38.31"
99		Lembab	54.3	47.1	44.3	S 05°08'17.62"/E 119°30'38.27"
100		Lembab	51.2	46.6	42.8	S 05°08'16.34"/E 119°30'38.62"

Dengan menggunakan data diatas dapat pula diketahui nilai rata-rata nilai tahanan tanah terhadap kondisi tanah.

Tabel 2. Nilai rata-rata nilai tahanan tanah terhadap pengaruh kondisi tanah

No	Kondisi tanah	Tahanan (Ω)		
		0,4 m	0,5 m	0,6 m
1	Kering	80.16	73.25	70.1
2	Lembab	47.03	39.41	34.74
3	Basah	27.90	22.72	23.60

Berdasarkan penghitungan dengan menggunakan rumus (1), maka dapat diperoleh data tahanan jenis tanah.

Tabel 3. Hasil penghitungan tahanan jenis tanah

No	Blok	Tahanan Jenis Tanah ($\Omega.m$)
1	A	30.665
2	B	48.994
3	C	31.419
4	D	31.238
5	E	31.028
6	F	14.822
7	G	26.683
8	H	17.826
9	I	19.167
10	J	24.825
11	K	23.233
12	L	45.781
13	M	20.564
14	AA	16.303
15	AB	17.804
16	AC	12.811
17	AD	11.260
18	AE	17.756
19	AF	12.866
20	G _{baru}	25.929
	Rata-rata	24.051

Berdasarkan PUIL, standar nilai tahanan yang diperbolehkan untuk pentanahan ialah 5 ohm. Berdasarkan data yang dihasilkan tentunya sulit dengan hanya memperkirakan berapa kedalaman yang diperlukan karena secara teknis akan menimbulkan kesalahan kerja fatal bagi sistem. Karena itu, dengan menggunakan data-data yang telah dihasilkan dari analisa penghitungan, maka penulis bisa mendapatkan kedalaman yang dibutuhkan pada lokasi pentanahan dengan analisis lanjutan.

Dengan menggunakan analisis lanjutan, dapat diperoleh kedalaman elektroda pentanahan yang tepat pada lokasi (titik sampel) yang bersangkutan.

Tabel 4. Kedalaman elektroda pada tiap blok (untuk nilai tahanan tanah 5 ohm)

No.	Blok	Tahanan jenis Tanah Rata-rata(Ω -m)	Jari-jari Elektroda,a (m)	Kedalaman yang Diperlukan,L (m)
1.	A	30.665	0.004	7.767491686
2.	B	48.994	0.004	13.24220374
3.	C	31.419	0.004	7.986258898
4.	D	31.238	0.004	7.933683736
5.	E	31.028	0.004	7.872731791
6.	F	14.822	0.004	3.358912195
7.	G	26.683	0.004	6.623527829
8.	H	17.826	0.004	4.161202383
9.	I	19.167	0.004	4.525431111
10.	J	24.825	0.004	6.096841893
11.	K	23.233	0.004	5.649503589
12.	L	45.781	0.004	12.26168062
13.	M	20.564	0.004	4.908451144
14.	AA	16.303	0.004	3.751957773
15.	AB	17.804	0.004	4.155256465
16.	AC	12.811	0.004	2.833873485
17.	AD	11.260	0.004	2.436655041
18.	AE	17.756	0.004	4.142286947
19.	AF	12.866	0.004	2.848089059
20.	G _{Baru}	25.929	0.004	6.409215572

IV. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengambilan data yang telah dilakukan dengan kedalaman 0.4m, 0.5m dan 0.6m penurunan nilai resistansi tanah cenderung konstan dengan nilai berkisar **4 Ω hingga 10 Ω** .
- Kondisi tanah juga berpengaruh pada resistansi tanah dimana, kondisi tanah kering menunjukkan rata-rata tahanan pada kedalaman **0.4m =80.16 Ω** , **0.5m = 73.25 Ω** dan **0.6m =70.1 Ω** , untuk kondisi tanah lembab menunjukkan rata-rata tahanan pada kedalaman 0.4m = **47.3 Ω** , **0.5m =39.41 Ω** , **0.6m = 34.74 Ω** , sedangkan kondisi tanah basah menunjukkan rata-rata tahanan pada kedalaman **0.4m =27.90 Ω** , **0.5m =22.72 Ω** dan **0.6m =23.60 Ω** .
- Dari nilai rata-rata resistansi jenis tanah yang didapatkan sebesar **24.051 Ω m** maka jenis tanah yang ada pada perumahan BTP dapat dikatakan jenis tanah rawa, berdasarkan nilai tahanan yang ditetapkan oleh PUIL yaitu untuk tanah rawa 10 Ω m hingga 40 Ω m

V. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, 2000, SNI 04.0225-2000, Peraturan Umum Instalasi Listrik (2000)

- 195 Herman Nawir, Sukma Abadi, Muh. Ishak Syaid, Jerry M. Hendra, *Analisis Tahanan Tanah pada Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Makassar*
- Bambang Anggoro, Kodrat S dkk, 2002. Kontur potensial tanah disekitar konduktor pengetanahan dengan injeksi arus berfrekuensi FOTSU, Yogyakarta
- Blattner, C.J. (1980). *Prediction of soil resistivity and ground rod resistance for deep ground electrodes, IEEE Transaction on Power Apparatus and System, Vol-PAS-99, No.5.*
- Bowles, J.E and Halmim, J.K, 1989. Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah (mekanika tanah). Penerbit Erlangga.
- Gardner, W. H. 1986. *Water content. In Klute, A. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1, 2nd ed. Agronomy 9: 493-544. ASA, Madison, WI.*
- Hutauruk, TS, 1991. Pengetanahan netral sistem tenaga dan pengetanahan peralatan, Erlangga, Jakarta.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 2007, IEEE green Book™, IEEE 142™ IEEE Recommended Practice For Grounding Industrial and Commercial Power System.*