BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Trafo

Data hasil pengukuran trafo BC 621 dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data Trafo

No Gardu	BC 621			
Daya	160 KVA			
Merk Tranformator	ELTRA			
Alamat	Jalan Dukuh Kupang Timur VIII			
	R	S	T	N
Beban Utama	113	119	60	54
Beban Line A	77	40	26	25
Beban Line C	35	51	24	28
Tegangan P - N	229	227	227	
Tegangan P - P	398	397	398	
Impedansi	4%			

Dapat dilihat pada tabel 4.1 dengan daya trafo 160 KVA dengan impedansi 4% maka arus hubung singkat dapat dihitung menggunakan persamaan (7)

$$Z_t = \frac{KV^2}{MVA}$$

$$Z_t = \frac{20^2}{160}$$

$$Z_t = 2{,}5\ \Omega$$

maka persentase impedansi

$$Z_t = 2{,}5\ x\ 4\%$$

$$Z_t = 0{,}1\%$$

4.2 Data Hasil Pengukuran Pentanahan

Pada pelaksanaan tugas akhir yang bertujuan untuk mengetahui nilai pentanahan yang telah terpasang apakah sudah sesuai dengan standarisasi PLN. Hasil data pengukuran pentanahan transformator distribusi 20KV dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran Pentanahan Transformator

NO.	KODE GARDU	DAYA (KVA)	FASA	MERK	PETUGAS UKUR		GROUNDING (Ohm)		
					PETUGAS 1	PETUGAS 2	NETRAL	TRAFO	LA
1	BC 621	160	3	ELTRA	CANDRA	YOAN	2.8	8.8	3.0

Pada data tabel di atas menunjukan bahwa pada BC 621 telah terjadi kerusakan dengan tingginynya nilai hasil pengukuran pentanahan, didapat nilai tahanan dengan panjang elektroda 200 Cm berdiameter 1,2 Cm. Hasil pengukuran tahanan pembumian menggunakan elektroda batang didapat nilai tahanan pada R sebesar 8.8 Ω. Untuk mengetahui tahanan jenis tanah pada alat ukur dengan kedalaman 200 Cm pada R dengan rumus persamaan (10).

$$\rho = \frac{2 \times \pi \times L \times R}{\left(\text{In}\frac{4 \times L}{d} - 1\right)}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 2 \times 8{,}8}{\text{In}\frac{4 \times 2}{0{,}012} - 1}$$

$$= \frac{110{,}58}{\text{In}(666{,}67) - 1}$$

$$\rho = 20{,}098\Omega - \text{m}$$

Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Praktik

Dari tahanan jenis tanah diaas dengan ρ = $20{,}098\Omega - m$ maka menghasilkan nilai tahanan pembumian pada R1 yaitu 8,8 Ω pada alat ukur. Dapat penulis bandingkan dengan teori apabila menggunakan jenis tanah ladang yang sesuai dengan tanah dilapangan tetapi penulis tidak mengetahui keadaan tanah kering atau basah sehingga menggunakan tahanan jenis tanah ladang dengan ρ = 100 maka nilai tahanan pembumian pada elektroda R dengan rumus persamaan (12).

Dengan menggunakan nilai ρ max dihasilkan nilai tahanan:

$$R1 = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L}\left(\text{In}\frac{4 \times L}{d} - 1\right)$$

$$= \frac{100}{12{,}566}(\text{In}\frac{4 \times 2}{0{,}012} - 1)$$

$$= 7{,}957(\text{In}(666{,}67) - 1)$$

$$R1 = 43{,}78\Omega$$

Dengan menggunakan nilai ρ min dihasilkan nilai tahanan:

$$R1 = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L}\left(\text{In}\frac{4 \times L}{d} - 1\right)$$

$$= \frac{20}{12{,}566}(\text{In}\frac{4 \times 2}{0{,}012} - 1)$$

$$= 1{,}592(\text{In}(666{,}67) - 1)$$

$$R1 = 8{,}76\Omega$$

Dengan menggunakan nilai ρ pada R tahanan yang terpasang dihasilkan nilai:

$$R1 = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L}\left(\text{In}\frac{4 \times L}{d} - 1\right)$$

$$= \frac{20{,}098}{12{,}566}(\text{In}\frac{4 \times 2}{0{,}012} - 1)$$

$$= 1{,}599(\text{In}(666{,}67) - 1)$$

$$R1 = 8{,}797\Omega$$

Hasil perbandingan nilai tahanan pentanahan berdasarkan teori dan praktek dapat dilihat pada Tabel 4.3.

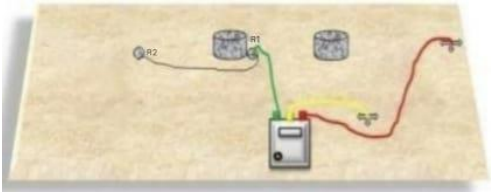
Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Nilai Pentanahan Berdasarkan Teori dan Praktik

Hasil Pengukuran	Nilai ρ		
	100 Ω	20Ω	20,098Ω
Praktik	-	-	8,8Ω
Teori	43,78Ω	8,76Ω	8,797Ω

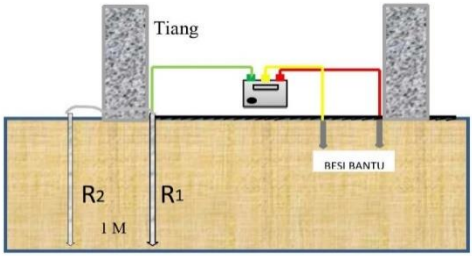
Dari hasil diatas diperoleh perbedaan nilai yang signifikan. Hal ini dapat terjadi akibat pemilihan harga ρ tanah yang tidak akurat, dikarenakan penulis tidak mendapatkan nilai tahanan jenis tanah yang baik, hal ini dikarenakan tidak mengetahui keadaan tanah pada sekitar praktek kering atau basah. sesuai dengan Tabel 3. (PUIL 3.18.31 halaman 80). Dari hasil pengukuran dan perhitungan masih terlalu tinggi untuk nilai tahanan pentanahan transformator, sehingga dilakukan perbaikan nilai tahanan pembumian pada transformator BC 621 dengan penambahan elektroda secara paralel menjadi dua elektroda batang.

4.3 Perbaikan Elektroda Batang Pada Transfromator BC 621

Untuk mengetahui nilai tahanan jenis tanah dan nilai tahanan pembumian pada elektroda yang ditanam dengan kedalaman 200Cm dan dengan jarak 1m yang terukur oleh alat ukur pada R1 dan R2 diilustrasikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pengukuran Tampak Atas
Sumber : Peneliti (2021)



Gambar 4. 3 Pengukuran Tampak Samping
Sumber : Peneliti (2021)

Dari gambar ilustrasi diatas maka dilakukan perhitungan tahanan jenis tanah dengan teori pada kedalaman 200Cm, pada R1 hasil pengukuran alat ukur mendapatkan hasil perhitungan tahanan jenis tanah ρ = 17,849 **Ω**-m. Dari tahanan jenis tanah diatas dapat penulis bandingkan dengan teori apabila menggunakan jenis tanah ladang yang sesuai dengan tanah dilapangan praktik tetapi penulis tidak mengetahui keadaan tanah kering atau basah. Kemudian menghitung dengan memparalelkan R1 dan R2 yang ditanam sejajar atau konfigurasi *double straight*, dengan menggunakan rumus persamaan (13).

$R_{pt} = \frac{\rho \times k}{2 \times \pi \times L} \times fp$ Konfigurasi Ω

dimana :

Dengan menggunakan persamaan (19) maka nilai k :

$$k = \text{In}\frac{\ell}{r}$$

$$= \text{In}\frac{2}{0{,}006} = 5{,}8$$

Dengan menggunakan persamaan (21) maka nilai x sebagai berikut :

$$x = \frac{1 + l}{l}$$

$$= \frac{1+2}{2} = 1{,}5$$

Dengan menggunakan persamaan (20) maka nilai m sebagai berikut :

$$m = \frac{\text{In}\, x}{k}$$

$$= \frac{\text{In}\, 1{,}5}{5{,}3} = 0{,}076$$

Dengan menggunakan persamaan (13) maka nilai tahanan pembumian total sebagai berikut :

a. Perhitungan dengan menggunakan ρ max

$$R_{pt} = \frac{\rho \times k}{2 \times \pi \times L} \times \left(\frac{1 + m}{2}\right)$$

$$= \frac{100 \times 5{,}8}{2 \times 3{,}14 \times 2} \times \left(\frac{1 + 0{,}534}{2}\right)$$

$$= \frac{580}{12{,}566} \times \left(\frac{1{,}534}{2}\right)$$

$$R_{pt} = 24{,}654\Omega$$

b. Perhitungan dengan menggunakan ρ min

$$R_{pt} = \frac{\rho \times k}{2 \times \pi \times L} \times \left(\frac{1+m}{2}\right)$$

$$= \frac{20 \times 5{,}8}{2 \times 3{,}14 \times 2} \times \left(\frac{1+0{,}534}{2}\right)$$

$$= \frac{116}{12{,}566} \times \left(\frac{1{,}534}{2}\right)$$

$$R_{pt} = 7{,}080\Omega$$

c. Perhitungan dengan menggunakan ρ data hasil lapangan

$$R_{pt} = \frac{\rho \times k}{2 \times \pi \times L} \times \left(\frac{1+m}{2}\right)$$

$$= \frac{20{,}098 \times 5{,}8}{2 \times 3{,}14 \times 2} \times \left(\frac{1+0{,}534}{2}\right)$$

$$= \frac{116{,}568}{12{,}566} \times \left(\frac{1{,}534}{2}\right)$$

$$R_{pt} = 7{,}114\Omega$$

Apabila menggunakan persamaan pendekatan pada tabel 2.5[1] dua bang tanah s < L dapat dihasilkan nilai tahanan total:

a) Perhitungan dengan menggunakan ρ max

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left[\text{In}\left(\frac{4\text{l}}{a}\right) + \text{In}\left(\frac{4\text{l}}{s}\right) - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2}\right]$$

$$R = \frac{100}{4.3{,}14.2}\left[\text{In}\left(\frac{4.2}{0{,}006}\right) + \text{In}\left(\frac{4.2}{1}\right) - 2 + \frac{1}{2.2} - \frac{1^2}{16.2^2}\right]$$

$$R = 3{,}980\left[\text{In}\ 700 + \text{In}\ 8 - 2 + \frac{1}{4} - \frac{1}{64}\right]$$

$$R = 3{,}980[6{,}55 + 2{,}079 - 2 + 0{,}25 - 0{,}015]$$

$$R = 3{,}980[6{,}864]$$

$$R = 27{,}318$$

b) Perhitungan dengan menggunakan ρ min

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left[\text{In}\left(\frac{4\text{l}}{a}\right) + \text{In}\left(\frac{4\text{l}}{s}\right) - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2}\right]$$

$$R = \frac{20}{4.3{,}14.2}\left[\text{In}\left(\frac{4.2}{0{,}006}\right) + \text{In}\left(\frac{4.2}{1}\right) - 2 + \frac{1}{2.2} - \frac{1^2}{16.2^2}\right]$$

$$R = 0{,}796\left[\text{In}\ 700 + \text{In}\ 8 - 2 + \frac{1}{4} - \frac{1}{64}\right]$$

$$R = 0{,}796[6{,}55 + 2{,}079 - 2 + 0{,}25 - 0{,}015]$$

$$R = 0{,}796[6{,}864]$$

$$R = 5{,}463$$

c) Perhitungan dengan menggunakan ρ hasil lapangan

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left[\text{In}\left(\frac{4\text{l}}{a}\right) + \text{In}\left(\frac{4\text{l}}{s}\right) - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2}\right]$$

$$R = \frac{20{,}098}{4.3{,}14.2}\left[\text{In}\left(\frac{4.2}{0{,}006}\right) + \text{In}\left(\frac{4.2}{1}\right) - 2 + \frac{1}{2.2} - \frac{1^2}{16.2^2}\right]$$

$$R = 0{,}799\left[\text{In}\,700 + \text{In}\,8 - 2 + \frac{1}{4} - \frac{1}{64}\right]$$

$$R = 0{,}799[6{,}55 + 2{,}079 - 2 + 0{,}25 - 0{,}015]$$

$$R = 0{,}799[6{,}864]$$

$$R = 5{,}484$$

Hasil perhitungan dengan dua elektroda yang ditanam sejajar mendapatkan nilai tahanan pembumian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Dengan 2 Elektroda yang Ditanam Sejajar

Hasil pengukuran nilai tahanan total (Rpt)	Nilai tahanan tanah (ρ)		
	100	20	20,098
Data	-	-	3,07
Teori 1	24,654	7,080	7,114
Teori 2	27,318	5,463	5,484

Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Praktik

Sumber: Peneliti (2021)

Maka pada hasil perhitungan dengan dua elektroda yang ditanam sejajar mendapatkan nilai tahanan pentanahan pada teori 1 (Prih Sumardjati, 2008) ρ = 100 sebesar Rpt 24,654Ω, ρ = 20 sebesar Rpt 7,080Ω, ρ = 17,84 sebesar Rpt 6,315Ω. pada teori teori 2 (Hatauruk T.,S., 2017) ρ = 100 sebesar Rpt 27,318Ω, ρ = 20 sebesar Rpt 5,463Ω, ρ = 17,84 sebesar Rpt 4,880Ω jika dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat mendapatkan nilai tahanan pentanahan pada kedua elektroda yang ditanam sejajar ρ = 17,849 sebesar Rpt 3,07Ω. Data pada Tabel 8. menunjukkan

bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara data, teori 1 dan teori 2 dikarenakan penulis tidak mendapatkan nilai tahanan jenis tanah yang baik, hal ini dikarenakan tidak mengetahui keadaan tanah pada sekitar praktek kering atau basah.

4.4 Cara Pemasangan Grounding Pentanahan

Hasil penelitian pengukuran tahanan pentanahan pada pemasangan elekroda road dengan panjang 2 meter menghasilkan nilai tahanan pentanahan, dapat dilihat pada Tabel 4.5 .

Tabel 4. 5 Hasil Nilai Ukur Pada Pemasangan Elektroda Road

Kedalaman (m)	Nilai tahanan pentanahan (Ω)
0,5	19,2
1	9,5
1,5	5,69
2	3,99

Tabel diatas menunjukkan bahwa pada pengukuran dengan kedalaman terkecil 0,5m menghasilkan nilai tahanan pentanahan sebesar 19,2Ω dan dengan kedalaman terbesar 2m menghasilkan nilai tahanan pentanahan sebesar 3,99Ω. Penurunan nilai tahanan pentanahan pada tanah ladang untuk setiap kedalaman 0,5m dengan presentasi nilai simpangan hasil pengukuran sebagai berikut :

$$\frac{hasil\ pengukuran - standarisasi}{standarisasi} \times 100\% =$$

1) Perhitungan pada ground road 0.5M

$$\frac{19{,}2 - 5}{5} \times 100\% = 284\ \%$$

2) Perhitungan pada ground road 1M

$$\frac{9{,}5 - 5}{5} \times 100\% = 90\ \%$$

3) Perhitungan pada ground road 1,5M

$$\frac{5{,}69\ -5}{5} \times 100\% = 13{,}8\ \%$$

4) Perhitungan pada ground road 2M

5)

$$\frac{3{,}99 - 5}{5} \times 100\% = -20{,}2\ \%$$

Hal ini menunjukkan bahwa pada kedalaman 2m telah mendapatkan nilai tahanan pentahanan yang baik sesuai nilai range yang telah ditetapkan pada PUIL 2011 dan SPLN 1980 yaitu sebesar atau kurang dari 5Ω.