

**Pengaruh Pembebanan Terhadap Nilai Resistansi Pentanahan Pada Transformator 250 KVA Gardu
BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara - Bengkulu**

Dian Eka Putra¹, Iswadi Idris²

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang

¹dianekaputra90@gmail.com, ²iswadi.idris@pln.co.id

Received 09 September 2020 | Revised 16 Februari 2021 | Accepted 23 Februari 2021

ABSTRAK

Transformator distribusi sebagai alat elektromagnetik yang mengkonversi dan mentransfer energi listrik diteruskan ke jaringan distribusi listrik primer dan sekunder berhubungan langsung dengan pusat beban yang selalu berubah-ubah. Akibat dari pembebanan yang tinggi dan tidak seimbang akan menimbulkan kenaikan arus dipenghantar netral, tentunya untuk mengantisipasi perubahan beban yang menimbulkan arus difasa netral pada transformator distribusi diperlukan nilai resistansi pentanahan atau grounding yang rendah pada fasa netral. Nilai resistansi atau tahanan pentanahan menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 dan SPLN3-1978 Tentang Pentanahan Jaringan Tegangan Rendah PLN dan Pentanahan Instalasi tidak melebihi dari 5 Ω atau maksimum 5 Ω . Hasil perhitungan didapat nilai resistansi pentanahan pada fasa netral dan body transformator 250 KVA Gardu Distribusi BA 0005 yaitu 4,11 Ω . Dari hasil tersebut perlunya ada penelitian perbandingan nilai resistansi dari hasil perhitungan dengan nilai resistansi hasil pengukuran langsung pada sistem grounding pentanahan fasa netral dan body transformator 250 KVA Gardu Distribusi BA 0005. Dari hasil pengukuran langsung antara pukul 14.00 sampai dengan 15.00 WIB dengan pembebanan 50 persen pada transformator didapatkan nilai tahanan resistansi pada fasa netral terbesar 8,1 Ω dan pada body transformator sebesar 8,3 Ω . Maka kenaikan nilai resistansi pentanahan netral dan resistansi pentanahan body transformator 250 KVA disebabkan oleh faktor beban transformator dan faktor cuaca, terutama pada cuaca cerah dan panas.

Kata Kunci : Transformator 250 KVA, Resistansi Pentanahan, Fasa Netral, Body Transformator.

ABSTRAC

The distribution transformer is an electromagnetic device that converts and transfers electrical energy to the primary and secondary electrical distribution networks, which are directly related to the ever changing load center. As a result of high and unbalanced loading, it will cause an increase in current in neutral, of course, to anticipate changes in the load that cause a neutral phase current in the distribution transformer, a low grounding resistance value is required in the neutral phase. The resistance value or grounding resistance according to PUIL 2000 and SPLN3-1978 Regarding PLN Low Voltage Network Grounding and Installation Grounding does not exceed 5 Ω or a maximum of 5 Ω . The calculation results obtained that the grounding resistance value in the neutral phase and the transformer body 250 KVA Distribution Substation BA 005 is 4.11 Ω . From these results there is a need for a comparative study of the resistance value from the calculation results with the value of the direct measurement results in the neutral phase grounding system and the 250 KVA transformer body BA 005 Distribution Substation. From the results of direct measurements between 14.00 to 15.00 WIB with 50 percent loading on The transformer has the largest value of resistance in the neutral phase of 8.1 Ω and on the transformer body of 8.3 Ω . Then the increase in the value of the neutral grounding resistance and the grounding resistance of the transformer body 250 KVA is caused by the transformer load factor and weather factors, especially in sunny and hot weather.

Keywords: 250 KVA Transformer, Grounding Resistance, Neutral Phase, Body Transformer

I. PENDAHULUAN

Grounding dengan keandalan yang tinggi yang sesuai standar akan meningkatkan keamanan dan kinerja peralatan listrik (Petar Petrov, 2020). Diketahui pada sistem tenaga listrik tidak mungkin menyediakan tenaga listrik yang mutlak tanpa gangguan. Untuk meminimalkan kerusakan dan meningkatkan keamanan diperlukan nilai resistansi pentanahan sekecil-kecilnya agar apabila terjadi kebocoran arus bagian logam peralatan listrik yang seharusnya tidak boleh bertegangan, tidak membahayakan manusia atau orang yang tidak sengaja menyentuh bagian logam peralatan tersebut. (Putra. D E. U., 2018).

Ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi adalah penyumbang kerugian yang cukup besar, karena hampir disemua transformator mengalami ketidakseimbangan beban. Dari beberapa faktor salah satu

penyebab tidak meratanya beban pada transformator distribusi adalah terjadinya penumpukan dan pemakaian beban pada salah satu penghantar fasa pada saluran udara atau tanah tegangan rendah(SUTR). Masalah tidak merata beban menimbulkan losses dengan menimbulkan arus yang besar pada penghantar netral. Terjadinya arus listrik di saluran penghantar netral mengakibatkan losses atau rugi-rugi daya listrik. (Putra. D E. K., 2019)

Transformator sebagai alat elektromagnetik yang mengkonversi dan mentransfer energi listrik diteruskan ke jaringan distribusi listrik primer dan sekunder berhubungan langsung dengan pelayanan energi listrik konsumen, maka dari itu diperlukannya pengaman agar tidak membahayakan manusia yang didekatnya pada saat beban normal maupun terjadi gangguan, pengaman yang memiliki keandalan tinggi yang dapat mencegah pemadaman saat gangguan, salah satu pengaman yang dapat digunakan ialah pentanahan.

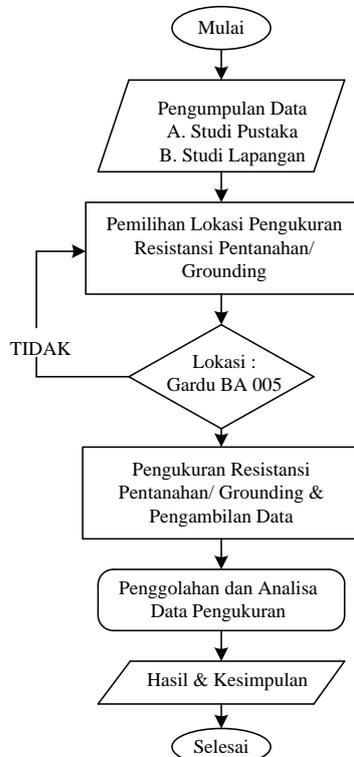
Sistem pentanahan atau biasa disebut grounding adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga. Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan yang memiliki resistansi tanah yang kecil. Semakin kecil nilai resistansi pentanahan dari grounding tersebut maka kualitas resistansi pentanahan atau grounding akan semakin baik, dikarenakan arus gangguan listrik akan lebih mudah mengalir ke tanah melalui tempat yang memiliki hambatan sekecil mungkin dengan nilai resistansi pentanahan atau grounding maksimal 5 Ohm . (PUIL, 2000), (SPLN-3, 1978), atau dibawah dari 1 Ohm (Ω) (IEEE Std, 1983)

Atas dasar keselamatan dan keamanan terhadap manusia, peralatan serta lingkungan maka setiap pemasangan gardu-gardu distribusi harus mempunyai pentanahan/grounding yang baik, terutama untuk gardu-gardu yang mempunyai kapasitas yang besar, dimana gardu-gardu distribusi PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu dipasang transformator antara 16 kVA sampai dengan 250 kVA tergantung dengan kondisi beban di area tersebut. Berdasarkan jumlah beban maka perlunya melakukan penelitian pengukuran Nilai Resistansi Pentanahan Transformator Distribusi 250 kVA Pada Gardu BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara Terhadap Pengaruh Pembebanan. Dikarenakan semakin tinggi pembebanan transformator maka diperlukan kualitas sistem pentanahan yang baik guna untuk melindungi manusia dan peralatan dari tengangan sentuh serta kualitas output tegangan sisi sekunder transformator distribusi.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan dengan metode eksperimental dengan langkah-langkah penelitian ;

1. Pengumpulan data-data mengenai penelitian dan pengukuran.
2. Surve lokasi penelitian di Gardu BA.005, Penelitian dan pengukuran di lokasi Transformator 250 kVA Pada Gardu BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara.
3. Persiapan peralatan dan Alat Ukur, Tools set dipersiapkan untuk persiapan pengukuran dan untuk alat Ukur digunakan Digital Earth Tester (Kyoritsu 4105A)
4. Penentuan Titik sentris tempat alat ukur elektrode Earth Tester dipasang. Metode pengukuran tahanan menggunakan metode tiga titik, dimana 1 batang elektrode memiliki 2 buah titik atau elektrode pasak bantu.

2.2 Sistem Pentanahan

Salah satu pengaman yang efektif dan baik terhadap peralatan listrik berbahan logam dari gangguan arus lebih ataupun hubung singkat yaitu dengan metode pentanahan atau grounding. Dikarenakan dengan cara tersebut dapat melindungi manusia dari adanya bahaya-bahaya tersengat arus listrik atau dari bahaya-bahaya yang dapat memakan korban dengan menghubungkan bagian dari peralatan tersebut dengan sistem pentanahan. Prinsip Kerja dari sistem pentanahan adalah mengaliri arus induksi dan efek-efek lain yang timbul ke dalam tanah (Sunarno, 2006). Tabel 1 dapat digunakan sebagai acuan kasar harga pentanahan pada tans tanah dengan tahanan jenis tanah tipikal berdasarkan jenis dan ukuran elektroda.

Tabel 1. Resistansi Pembumian Pada Resistasi Jenis $\rho_1 = 100\Omega/\text{meter}$ (PUIL, 2000)

No	Jenis Elektroda	Panjang (m)	Ukuran (m^2)	Resistansi Pembumian (Ω)
1.	Pita atau penghantar pilin	10		20
		25		10
		50		5
		100		3
2.	Batang atau pipa	1		70
		2		40
		3		30
		4		20
3.	Pelat vertical dengan sisi atas (-), \pm 1 m dibawah permukaan tanah		$0,5 \times 1$	35
			1×1	25

2.3 Elektroda Pentanahan

Menurut PUIL 2000, elektroda pentanahan ialah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Penghantar bumi yang tidak berisolasi ditanam dalam tanah dianggap sebagai elektroda tanah. (Dian Eka Putra, Fitra Angga, 2018). Bahan elektroda tanah yang digunakan adalah tembaga atau baja yang digalvanis atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat, tidak mengharuskan memakai bahan lain (misal pada perusahaan kimia). Ukuran minimum elektroda bumi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Luas Penampang minimum elektroda bumi (PUIL, 2000)

No	Bahan Jenis Elektroda	Baja Digalvanisasi Dengan Proses	Baja Berlapisi Tembaga	Tembaga
1.	Elektroda Pita	Pipa baja 100 mm^2 setebal minimum 3 mm	50 mm^2	Pita tembaga 50 mm^2 tebal minimum 2mm
		Penghantar pilin 95 mm^2 (bukan kawat halus)		Penghtar pilin 35 mm^2 (bukan kawat halus)
2.	Elektroda Batang	<ul style="list-style-type: none"> • Pipa baja 25 mm • Baja profil (mm) L 65 X 65 X 7 U 6,5 T 6 X 50 X 3 	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal $250 \mu\text{m}$	
		<ul style="list-style-type: none"> • Batang profil lain yang setaraf 		
3.	Elektroda Pelat	Pelat besi tebal 3 mm, luas $0,5-1 \text{ mm}^2$		Pelat tembaga tebal 2mm, luas $0,5-1 \text{ m}^2$

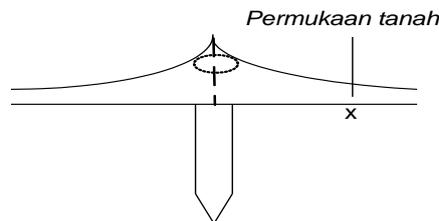
Ukuran elektroda pentanahan akan menentukan besar tahanan pentanahan. Tabel 2. adalah tabel yang memuat ukuran-ukuran elektroda pentanahan yang umum digunakan dalam sistem pentanahan, ini

dapat digunakan sebagai petunjuk tentang pemilihan jenis, bahan dan luas penampang elektroda pentanahan.

Resistansi pembumian dari elektroda bumi tergantung pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan susunan elektrode. Resistansi pembumian suatu elektroda harus dapat diukur, untuk keperluan tersebut penghantar yang menghubungkan setiap elektroda bumi atau susunan elektroda bumi harus dilengkapi dengan hubungan yang dapat dilepaskan. Maka pada penghantar bumi harus dipasang sambungan yang dapat dilepaskan untuk keperluan pengujian resistansi pembumian, pada tempat yang mudah dicapai, dan sedapat mungkin memanfaatkan sambungan yang karena susunan instalasinya memang harus ada. Tahanan pentanahan total dari suatu rumah tinggal belum dapat ditentukan dari hasil pengukuran suatu elektroda. Nilai rata-rata dari tahanan pentanahan elektroda bumi dapat dilihat pada tabel 2. (PUIL, 2000)

2.4 Elektroda Batang (Rod)

Dibawah ini diperlihatkan distribusi tegangan yang terjadi untuk satu batang elektroda dan dua batang elektroda yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah, di mana arus mengalir dari elektroda tersebut ke tanah sekitarnya. (Putra. D E. U., 2018)

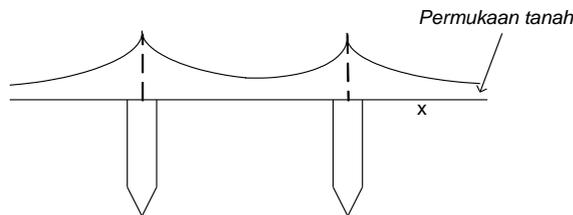


Gambar 2. Distribusi tegangan sekitar satu batang elektroda

Dimana :

U_x : Tegangan elektroda pentanahan atau tegangan udara elektroda dengan tanah

X : Jarak dari elektroda



Gambar 3 Distribusi tegangan sekitar dua batang elektroda

Satu batang elektroda yang ditanam tegak lurus kedalam tanah, dari suatu konduktor terdapat hubungan antara tahanan dan kapasitansi sebesar :

$$R = \rho / 2\pi c \tag{1}$$

Dimana :

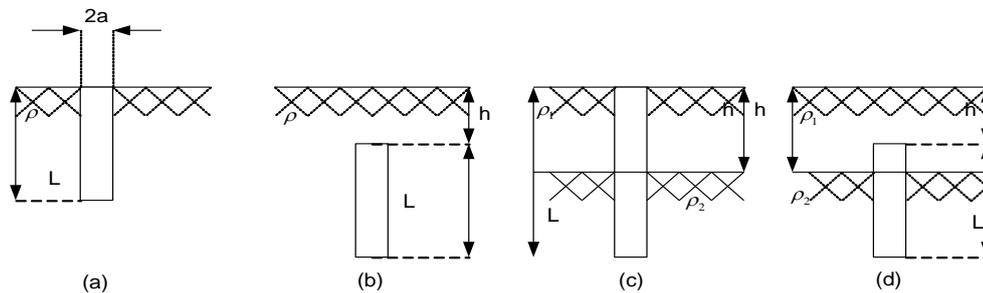
R : tahanan (Ohm)

P : tanahan jenis tanah tiap lapisan (Ohm-m)

c : kapasitansi (statt farad)

Kapasitansi ini termasuk kapasitansi dari bayangan konduktor yang ditanam kedalam tanah. Pada gambar 1 tampak satu batang elektroda berbentuk silinder berdiameter $2a$ dengan pajang L yang ditanam tegak lurus permukaan tanah, dengan bayangan di atas permukaan tanah. Untuk menghitung kapasitansi elektroda pentanahan dan bayangan digunakan metode potensial rata-rata menurut G.W.O. Home. Dalam persoalan pentanahan, elektroda pentanahan merupakan bahan penghantar yang membawa yang terdistribusi (menyebar) di sekeliling elektroda. Dengan cara seperti ini potensial di setiap tempat pada permukaan elektroda akan sama. Bila pada elektroda tersebut diberikan suatu muatan yang merata maka kapasitansi dapat dihitung dengan metode potensial rata-rata. Hasil yang didapatkan untuk suatu batang elektroda berbentuk selinder yang ditanam seluruhnya di dalam tanah dinyatakan dengan persamaan (2).

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{L} \left(Ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \tag{2}$$



Gambar 4. Satu batang elektroda tegak lurus ke dalam tanah

Oleh sebab itu tanahan dari satu batang elektroda yang ditanam tegak lurus permukaan tanah, menurut H.B. Dwight, didapat dengan mensubstitusikan persamaan (2) kedalam persamaan (1) sehingga diperoleh persamaan untuk Gambar (3.a) sebagai berikut:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right] \tag{3}$$

Untuk elektroda batang yang di tanam tegak lurus dan pada kedalaman beberapa cm di bawah permukaan tanah (Gambar 1.4.b)

$$R_{d1} = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{2L}{a} \right) - 1 \right] \tag{4}$$

Untuk gambar (3.c), satu batang elektroda tegak lurus kedalam tanah dan menembus lapisan kedua tanah tersebut. Dalam hal ini berlaku persamaan:

$$R_{d1} = R_a = \frac{\rho_2}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{2L}{a} \right) - 1 \right] \tag{5}$$

Untuk gambar (3.d), satu batang elektroda tegak lurus kedalam tanah pada kedalaman beberapa cm di bawah permukaan tanah dan menembus lapisan kedua tanah tersebut. Dalam hal ini berlaku persamaan:

$$R_{d1} = R_b = \frac{\rho_1}{2\pi (h-h_b)} \left[\ln \left(\frac{2L}{a} \right) - 1 + \frac{\ln 2}{1 + \frac{(4Ln^2)h_b}{L}} \right] + \frac{\rho_1}{h} \phi_0 \tag{6}$$

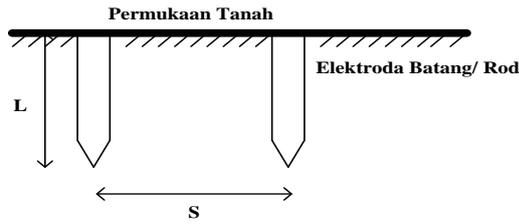
$$\phi_0 = \frac{\frac{1}{2\pi} \left(\ln \frac{1}{1-K} \right)}{\sqrt{\left(\frac{N}{F_0} - 1 \right)^2 + 1}} \tag{7}$$

$$F_0 = \frac{L}{1-0.9K} \tag{8}$$

Di mana :

- Rd1 : Tahanan untuk satu batang elektroda yang ditanam tegak lurus permukaan tanah (Ohm)
- L : Panjang elektroda batang (meter)
- a : Jari-jari batang elektroda (cm)
- ρ : Tahanan jenis tanah rata-rata (Ohm-m) (*indeks 1 atau 2 menunjukkan lapisan tanah*)
- hb : Kedalaman penanaman elektroda (meter)

Bila dua batang elektroda di paralel, maka seperti persamaan 1-9.



Gambar 5. Dua Batang Elektroda

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \times \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \ln \frac{\rho}{\pi S} \left(1 - \frac{L^2}{3S^2} - \frac{2L^4}{5S^2} \right) \quad (9)$$

$$S > L$$

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \times \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \right) \quad (10)$$

Untuk $S > L$

R = tahanan pentanahan (Ω)

ρ = tahanan jenis tana (Ωm)

L = panjang elektroda (m)

S = jarak penanaman antara dua elektroda (m)

a = jari-jari elektroda (m)

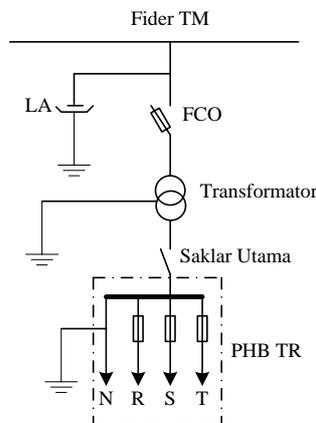
2.5 Tahanan Jenis dan Tipe Tanah

Tanah merupakan campuran dari partikel-partikel cair, padat dan gas. Susunan tanah itu sendiri memberikan suatu petunjuk yang baik pada tingkat mana tahanan jenis tanah itu akan diperkirakan. Tahanan jenis tanah dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, oleh karena tahanan jenis tidak dapat diberikan sebagai suatu nilai yang ditetapkan. Sering dicoba untuk mengubah komposisi tanah dengan memberikan garam pada tanah yang dekat pada elektroda pentanahan, dengan maksud mendapat jenis tanah yang rendah. (Daryanto, 2012)

Tabel 3. Resistansi Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tanah rawa	Tanah liat dan tanah ladang	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Resistansi Jenis (Ohm-m)	30	100	200	500	1.000	3.000

2.6 Sistem Pembumian Gardu Distribusi Tiang



Gambar 6. Sistem pembumian Gardu Distribusi Tiang

Bagian – bagian tranformator sisi Tegangan Rendah yang perlu dibumikan adalah titik netral lilitan sekunder, bagian konduktif terbuka, badan transformator dan bagian konduktif ekstra instalasi gardu. Sistem

Pentanahan Netral (PNP) ialah sistem pentanahan dengan suatu tindakan pengaman dengan cara menghubungkan badan peralatan atau instalasi yang diamankan dengan hantaran netral yang ditanahkan (disebut hantaran no1), begitu begitu rupa jika terjadi kegagalan isolasi, tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi karena pemutusan arus oleh alat pengaman lebih. Lightning Arrester (LA) pada sisi Tegangan Menengah Gardu Distribusi pasangan luar mempunyai elektroda pembumian tersendiri. Ikatan penyamaa potensial dilakukan dengan menghubungkan pembumian Lightning Arrester, pembumian titik netral transformator, pembumian Bagian Konduktif Terbuka/Ekstra. Konstruksi ikatan penyamaan potensial dilakukan dibawah tanah. (PLN, 2010)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data lapangan instalasi Pentanahan Netral dan Bodi Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 PT PLN (Persero) UP3 Bengkul ULP Teluk Segara didapat parameter-parameter sebagai berikut :

$$\rho = 100 \Omega\text{m}$$

$$a = 0,8 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$L = 12 \text{ m}$$

$$S = 1,0 \text{ m}$$

Dengan menggacu persamaan 1.3 untuk satu batang elektroda tunggal, didapat Resistansi Pentanahan Netral dan Bodi Transformator 250 KVA Gardu 0005 PT PLN UP3 Bengkul ULP Teluk Segara yaitu :

$$R = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 12} \times \left(\ln \frac{4 \times 12}{0,8} - 1 \right)$$

$$R = 4,11 \Omega$$

Dengan menggacu persamaan 1.10 untuk dua batang elektroda tunggal diparalel, didapat Resistansi Pentanahan Netral dan Bodi Transformator 250 KVA Gardu 0005 PT PLN UP3 Bengkul ULP Teluk Segara yaitu :

$$R = \frac{100}{4,3,14,12} \times \left(\ln \frac{4,12}{0,8} + \ln \frac{4,12}{1,0} - 2 + \frac{1,0}{2,12} - \frac{1,0^2}{16,12^2} + \frac{1,0^4}{512,12^4} \right)$$

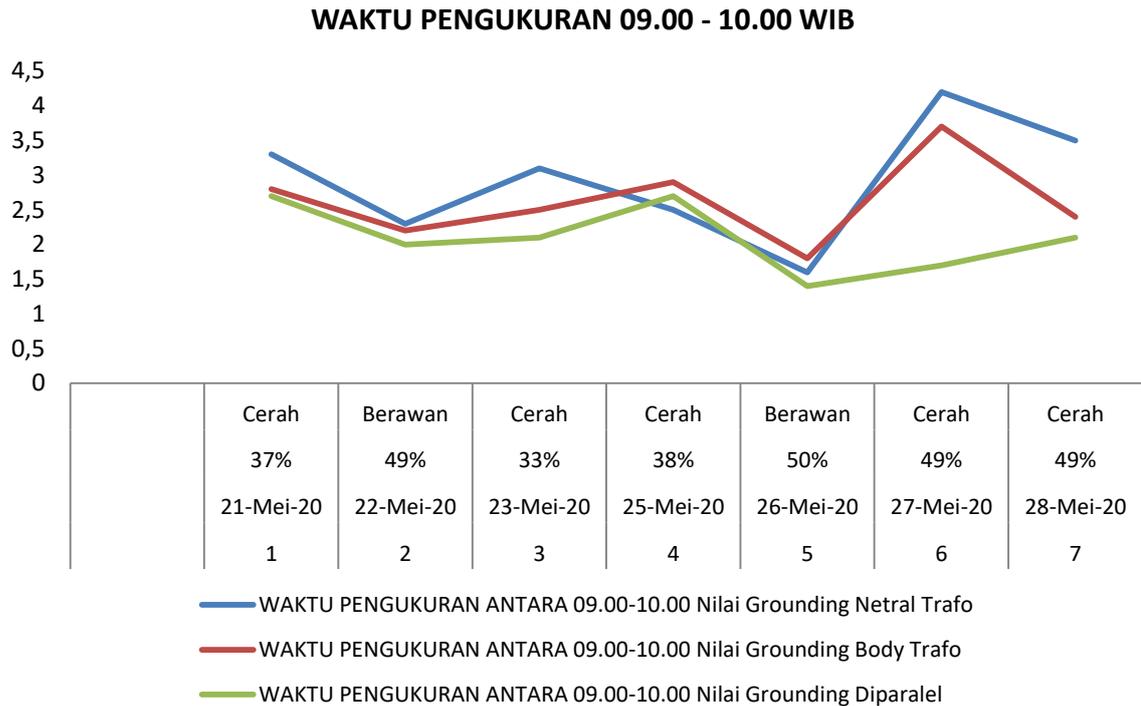
$$R = 2,34 \Omega$$

Dari hasil Pengukuran dilapangan di dapat :

1. Pengukuran Pentanahan Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 09.00 - 10.00 WIB didapat :

Tabel 4. Pengukuran pada 09.00 s.d 10.00 WIB

Tanggal	Pembebanan Transformator (Persen/%)	Cuaca	Grounding Netral Transformator (Ω)	Grounding Bodi Transformator (Ω)	Nilai Grounding Diparalel (Ω)
21 Mei 2020	37	Cerah	3.3	2	2.7
22 Mei 2020	49	Berawan	2.3	2.2	2.0
23 Mei 2020	33	Cerah	3.1	2.5	2.1
25 Mei 2020	38	Cerah	2.5	2.9	2.7
26 Mei 2020	50	Berawan	1.6	1.8	1.4
27 Mei 2020	49	Cerah	4.2	3.7	1.7
28 Mei 2020	49	Cerah	3.5	2.4	2.1



Gambar 6. Grafik Pengukuran Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 09.00 – 10.00 WIB

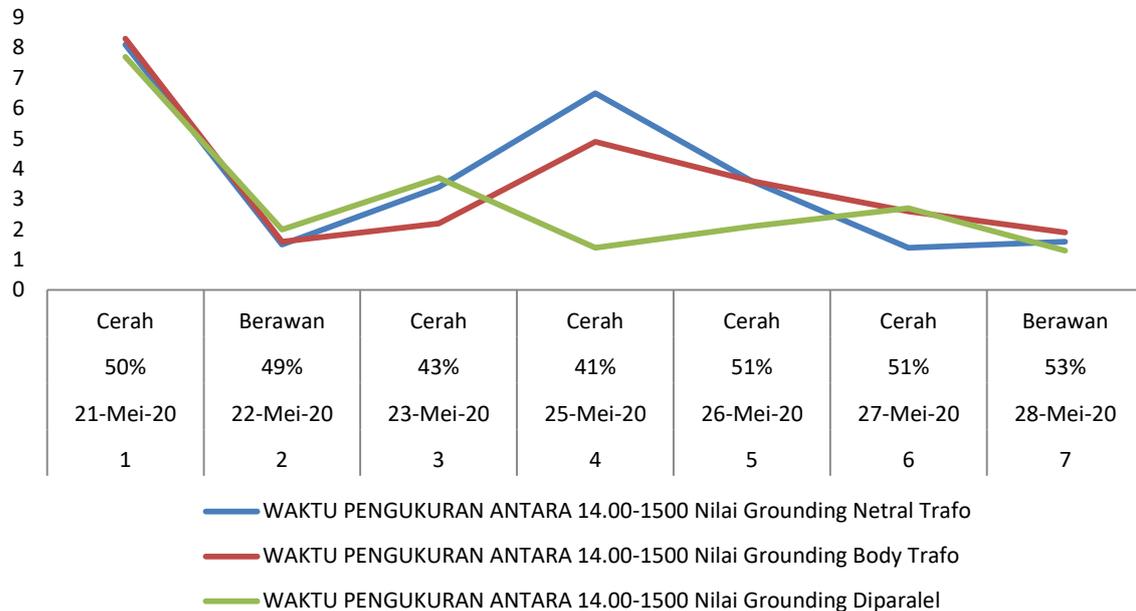
Dari data tabel 4 dan Gambar Grafik 5. Nilai pengukuran terbesar terjadi pada tanggal 27 Mei 2020, dimana baik nilai pentanahan netral transformator maupun nilai tahanan bodi transformator sama-sama lebih besar jika dibandingkan dengan hari-hari yang lain dalam waktu yang relatif sama dan beban yang tidak sama. Tahanan netral transformator tertinggi 4.2Ω sedangkan untuk nilai pentanahan body transformator tertinggi 3.7Ω dalam kondisi cuaca cerah walaupun telah memasuki musim penghujan, serta dengan pembebanan transformator 49% dari kapasitas transformator. Sedangkan untuk nilai tahanan terkecil terjadi pada tanggal 26 Mei 2020 dimana nilai tahanan netral transformator 1.6Ω dan nilai tahanan bodi transformator 1.8Ω , kondisi cuaca cerah dengan pembebanan transformator 50%.

2. Pengukuran Pentanahan Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 14.00 - 15.00 WIB didapat

Tabel 5. Pengukuran pada 14.00 s.d 15.00 WIB

Tanggal	Pembebanan Transformator (Persen/%)	Cuaca	Grounding Netral Transformator (Ω)	Grounding Bodi Transformator (Ω)	Nilai Grounding Diparalel (Ω)
21 Mei 2020	50	Cerah	8.1	8.3	7.7
22 Mei 2020	49	Berawan	1.5	1.6	2.0
23 Mei 2020	43	Cerah	3.4	2.2	3.7
25 Mei 2020	41	Cerah	6.5	4.9	1.4
26 Mei 2020	51	Cerah	3.6	3.6	2.1
27 Mei 2020	51	Cerah	1.4	2.6	7.7
28 Mei 2020	53	Berawan	1.6	1.9	1.3

WAKTU PENGUKURAN 14.00 -15.00 WIB



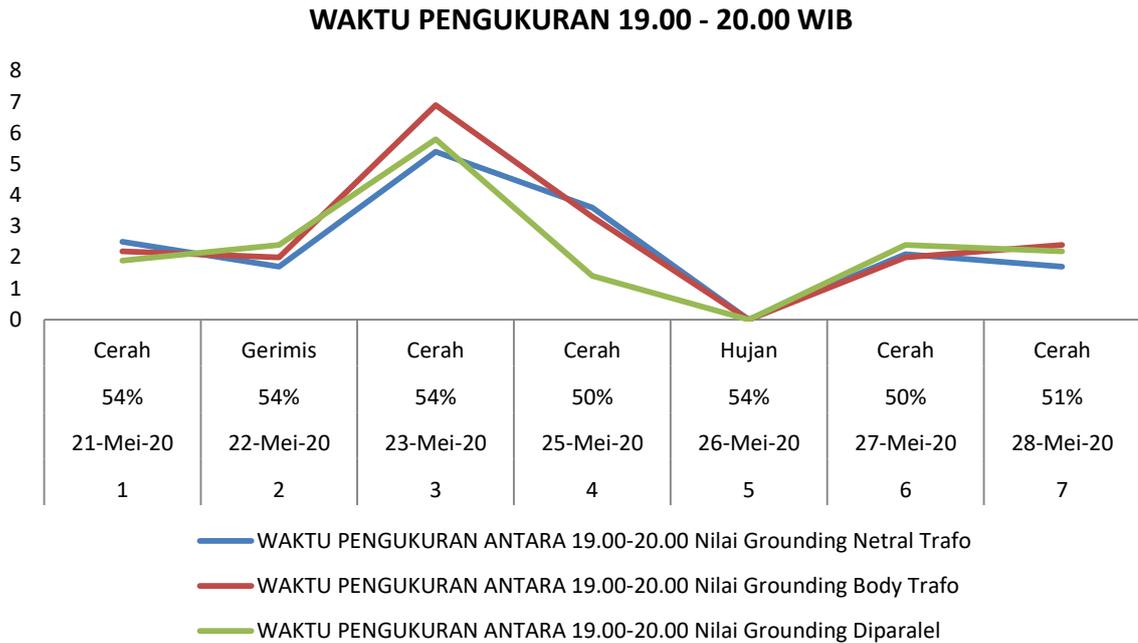
Gambar 7. Grafik Pengukuran Transformator mator 250 KVA Gradu BA 0005 Pukul 14.00 – 15.00 WIB

Berdasarkan tabel 5 dan gambar grafik . hasil pengukuran tahanan resistansi terbesar terjadi pada tanggal 21 Mei 2020, dimana baik nilai pentanahan netral transformator maupun nilai tahanan bodi transformator sama-sama lebih besar jika dibandingkan dengan hari-hari yang lain dalam waktu yang relatif sama dan beban yang tidak sama. Tahanan netral tranformator tertinggi 8.1 Ω sedangkan untuk nilai pentanahan bodi transformator tertinggi 8.3 Ω cuaca pada saat ini sangat panas dengan pembebanan trafo 45% dari kapasitas transformator. Sedangkan untuk nilai tahanan terkecil terjadi pada tanggal 22 Mei 2020 dimana nilai tahanan netral transformator 1.5 Ω dan nilai tahanan bodi tranformator 1.6 Ω, cuaca pada saat itu mendung dengan pembebanan transformator 49%.

3. Pengukuran Pentanahan Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 19.00 - 20.00 WIB didapat

Tabel 6. Pengukuran pada 19.00 s.d 20.00 WIB

Tanggal	Peembebanan Transformator (Persen/%)	Cuaca	Grounding Netral Transformator (Ω)	Grounding Bodi Transformator (Ω)	Nilai Grounding Diparalel (Ω)
21 Mei 2020	54	Cerah	2.5	2.2	1.9
22 Mei 2020	54	Gerimis	1.7	2.0	2.4
23 Mei 2020	54	Cerah	5.4	6.9	5.8
25 Mei 2020	50	Cerah	3.6	3.3	1.4
26 Mei 2020	54	Hujan	-	-	-
27 Mei 2020	50	Cerah	2.1	2.0	2.4
28 Mei 2020	51	Cerah	1.7	2.4	2.2



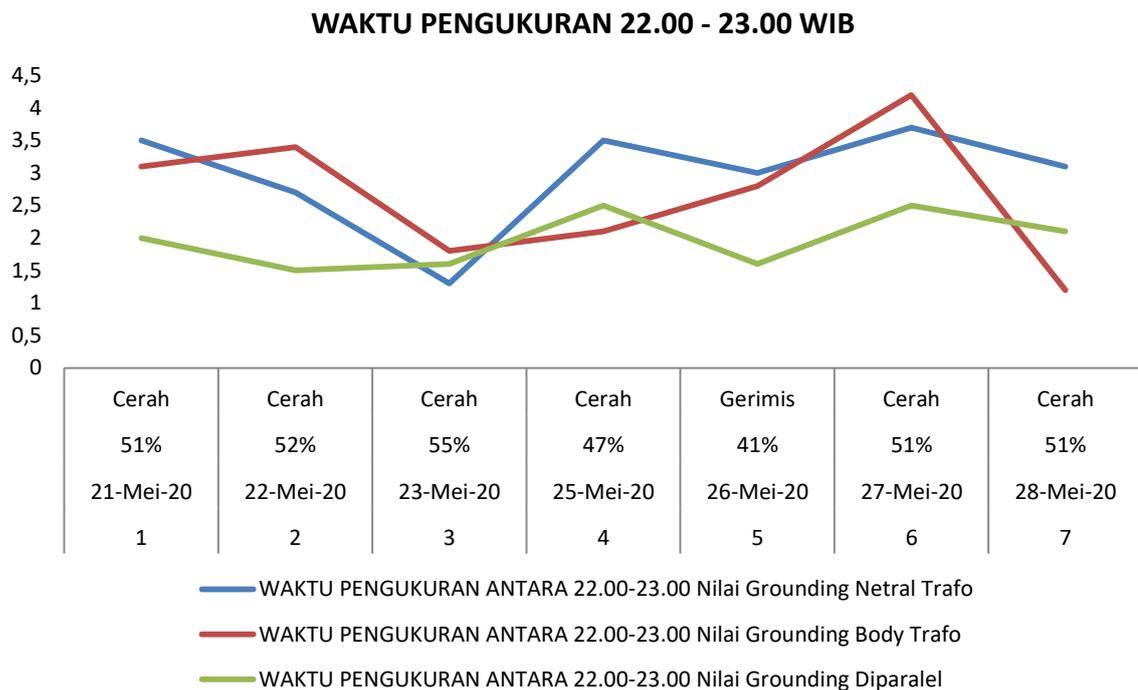
Gambar 8. Grafik Pengukuran Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 19.00 – 20.00 WIB

Berdasarkan table 6 dan gambar 7 Grafik pengukuran pada pukul 19.00 sampai dengan 20.00 WIB hasil pengukuran diatas, didapatkan tahanan resistansi terbesar terjadi pada tanggal 23 Mei 2020, dimana baik nilai pentanahan netral transformator maupun nilai tahanan bodi transformator sama-sama lebih besar jika dibandingkan dengan hari-hari yang lain dalam waktu yang relatif sama dan beban yang tidak sama. Tahanan netral transformator tertinggi 5.4 Ω sedangkan untuk nilai pentanahan bodi transformator tertinggi 6.9 Ω cuaca pada saat itu cerah pada waktu beban puncak malam dengan pembebanan transformator 54% dari kapasitas transformator. Sedangkan untuk nilai tahanan terkecil terjadi pada tanggal 22 Mei 2020 dimana nilai tahanan netral transformator 1.7 Ω dan nilai tahanan bodi transformator 2.0 Ω , cuaca pada saat itu juga cerah dengan pembebanan transformator 54%.

4. Pengukuran Pentanahan Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 22.00 - 23.00 WIB didapat

Tabel 7. Pengukuran pada 22.00 s.d 23.00 WIB

Tanggal	Pembebanan Transformator (Persen/%)	Cuaca	Grounding Netral Transformator (Ω)	Grounding Bodi Transformator (Ω)	Nilai Grounding Diparalel (Ω)
21 Mei 2020	51	Cerah	3.5	3.1	2.0
22 Mei 2020	52	Cerah	2.7	3.4	1.5
23 Mei 2020	55	Berawan	1.3	1.8	1.6
25 Mei 2020	47	Cerah	3.5	2.1	2.5
26 Mei 2020	41	Gerimis	3.0	2.8	1.6
27 Mei 2020	51	Cerah	3.7	4.2	2.5
28 Mei 2020	51	Cerah	3.1	1.2	2.1



Gambar 9. Grafik Pengukuran Transformator 250 KVA Gardu BA 0005 Pukul 22.00 – 23.00 WIB

Tabel 7 hasil pengukuran dan Grafik pengukuran Gambar 8, didapatkan tahanan resistansi terbesar terjadi pada tanggal 27 Mei 2020 untuk nilai pentanahan netral dengan nilai 3.7Ω dan nilai pentanahan bodi transformator yang paling tinggi 4.2Ω dimana pembebanan transformator 51%. Untuk nilai tahanan terkecil dari data diatas terjadi pada tanggal 23 Mei 2020 dimana nilai tahanan netral transformator 1.3Ω cuaca pada saat itu juga cerah dengan beban transformator 55%. dan untuk nilai pentanahan bodi transformator yang terkecil terjadi pada tanggal 28 Mei 2020 dengan nilai tahanan 1.3Ω saat cuaca berawan dengan pembebanan transformator 51%.

Dari rangkaian pengukuran yang dilakukan pada pembebanan tinggi yang dikombinasikan dengan keadaan cuaca cerah atau panas terjadi kenaikan nilai resistansi pada transformator BA.005 dan disaat cuaca hujan atau berawan setelah hujan resistansi kembali menurun walaupun pembebanan transformator tinggi di atas 50 % kapasitas transformator distribusi 250 KVA.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari parameter-parameter instalasi pentanahan dilapangan pada Transformator 250 kVA Gardu BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara, didapat nilai resistansi sesuai dengan perhitungan $4,11 \Omega$ pada masing-masing pentanahan titik netral dan bodi transformator, dan nilai resistansi sebesar $2,34 \Omega$ paralel pentanahan antara pentanahan titik netral dengan bodi transformator.
2. Nilai Resistansi rata-rata pengukuran selama 7 (Tujuh) hari nilai resistansi pentanahan Transformator 250 kVA Gardu BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara berada dibawah 5Ω yang sesuai dengan pedoman PUIL 2000 dan SPLN 3 - 1978.
3. Terjadinya kenaikan nilai resistansi yang signifikan pada pentanahan netral transformator pada saat persentase beban transformator mencapai 50%, dengan hasil pengukuran yaitu 8.1Ω dan 6.5Ω pada pukul 14.00 – 15.00 Wib, dengan kondisi cerah.
4. Kenaikan nilai resistansi diikuti pentanahan bodi transformator dengan hasil pengukuran yaitu 8.3Ω dan 4.9Ω pada pukul 14.00 – 15.00 Wib, dengan kondisi cerah.
5. Terjadinya penurunan nilai resistansi setelah dihubungkan paralel antara instalasi pentanahan netral sebesar 8.1Ω dengan pentanahan bodi Transformator 250 KVA sebesar 8.3Ω menjadi 7.7Ω .
6. Dari serangkaian hasil pengukuran terjadinya kenaikan nilai resistansi pentanahan netral dan resistansi

pentanahan bodi transformator 250 KVA disebabkan oleh kenaikan beban, faktor cuaca menyebabkan kenaikan resistansi pentanahan yang lebih dominan.

7. Terjadinya Fluktuatif nilai resistansi pentanahan netral dan bodi trans Transformator 250 kVA Gardu BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara yang disebabkan kenaikan beban dan pengaruh cuaca.
8. Perlunya antisipasi bila kondisi cuaca cerah dan memasuki musim panas atau kemarau, akan terjadi kenaikan beban dan diringi kenaikan nilai resistansi pentanahan transformator BA.005 sehingga perlu penambahan batang elektroda pentanahan yang dipasang secara parallel.

Diperlukan penelitian dan pengukuran lebih lanjut terhadap instalasi pentanahan pada Transformator 250 kVA Gardu BA 0005 PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara pada musim kemarau, maka akan diketahui perbandingan selisih nilai resistansi pentanahan pada fasa netral dan bodi Transformator 250 kVA Gardu BA 0005.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. (2012). *Teknik Listrik Lanjutan*. Bandung: Satu Nusa.
- Dian Eka Putra, Fitra Angga. (2018). Studi Sistem Pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) Penghantar 150 KV Lubuk Lingau - Pekalongan PT. PLN (Persero) Unit Pembangkit dan Transmisi (UPT) Bengkulu . *Jurnal Surya Energi* , 228-233.
- IEEE Std, 8.-1. (1983). *IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground system*. Amerika: American National Standards Institute.
- Petar Petrov, G. V. (2020). Approach for preliminary determination of the type number of vertical rods in grounding installations. *E3S Web of Conferences 168, 00013* (pp. 1-6). Bulgaria: EDP Sciences.
- PLN, B. 4. (2010). *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Jakarta: PT. PLN (Persero).
- PUIL. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik*. Jakarta: BSN.
- Putra, D, E. K. (2019). Analisa Pemerataan Beban Antar Fasa Di Saluran Tegangan Rendah (SUTR) Pada Transformator Distribusi 50 KVA - Li 146 Wilayah Kerja PT PLN (Persero) Rayon Muara Beliti . *JURNAL SURYA ENERGI* , 4(1).
- Putra, D, E. U. (2018). Pengukuran Grounding SIIP Panel Distribusi Instalasi Rekam Medis RSUP DR Mohammad Hoesin Palembang. *JURNAL AMPERE* , 3(1).
- SPLN-3. (1978). *SPLN*. Jakarta: PT PLN.
- Sunarno. (2006). *Mekanika Elektrikal Lanjutan*. Yogyakarta: ANDI.