

SKRIPSI

ANALISA PENTANAHAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

Oleh

RISKIYANTO TUNGGALI
T2115007

*Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Ichsan Gorontalo*



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
GORONTALO
2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENTANAHAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

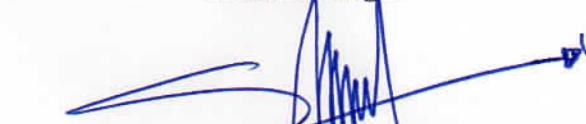


Untuk memenuhi salah satu syarat ujian guna memperoleh gelar sarjana dan telah
disetujui oleh tim pembimbing pada tanggal seperti yang tertera di bawah ini

Gorontalo, 25 Juli 2020

Pembimbing I

Pembimbing II


Steven Humena, ST, MT
NIDN. 090711903


Amelya Indah Pratiwi, ST, MT
NIDN. 0907028701

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA PENTANAHAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

OLEH :

RISKIYANTO TUNGGALI

T21 15 007

Di periksa oleh panitia ujian strata satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

- | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---|
| 1. Steven Humena, ST., MT. | (Pembimbing I) |  |
| 2 Amelya Indah Pratiwi, ST. ,MT. | (Pembimbing II) |  |
| 3. Muammar Zainuddin, ST., MT. | (Penguji I) |  |
| 4. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT. | (Penguji II) |  |
| 5. Riska K. Abdullah, ST ., M.Kom | (Penguji III) |  |

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Frengki Eka Putra Surusa..ST.MT
NIDN. 0906018504



LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

NAMA : RISKIYANTO TUNGGALI

NIM : T2115007

KELAS : REGULER

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya (**skripsi**) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di **Universitas Ichsan Gorontalo** maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah di publikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, 25 Juli 2020



Riskiyanto Tunggali

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjangkan kehadirat Allah SWT, atas berkat limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga **Skripsi** ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu. Adapun penyusunan proposal ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo. Penulis menyadari begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi/tugas akhir ini sebagaimana yang diharapkan. Untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ichsan Gaffar, S.E M.SI , selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua/Wali yang senantiasa memberikan dorongan, motivasi dan bantuan materiil selama proses perkuliahan sampai saat sekarang
4. Bapak Amru Siola, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Unisan Gorontalo
5. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Unisan Gorontalo.
6. Steven Humena, ST., MT, Pembimbing I
7. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT, Pembimbing II
8. Keluargafakultas TEKNIK yang senantiasa membantu saya selama kuliah maupun dalam pembuatan skripsi ini.

Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti guna menyempurnakan skripsi ini bila kritikan dan saran disampaikan pada penulis. Semoga Allah SWT yang membalas budi baik dan kerelaan saudara.

GORONTALO, MARET 2020

RISKIYANTO TUNGGALI

ABSTRAK

Untuk menyalurkan kebutuhan sistem tenaga listrik dari produsen ke konsumen perlu suatu jaringan atau gardu distribusi. Standar perusahaan listrik Negara (SPLN) sistem bisa dikatakan efektif bila drop tegangannya tidak melebihi + 5 % dan – 10 % dari tegangan nominal. Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk menganalisa dan menghitungan nilai tahanan penatanahan transformator distribusi 20 kV di Universitas Ichsan Gorontalo. Dalam metode penelitian tersebut dengan cara mengukur nilai tahanan pentanahan transformator distribusi dengan menggunakan alat ukur berupa eart tester. Dari hasil perhitungan nilai pentanahan peralatan pada trafo GT 314 diperoleh sebesar 2,44 ohm, arus gangguan hubung singkat pada trafo GT 314 4,61 amper, kenaikan tegangan phasa sehat diperoleh untuk trafo GT 314 sebesar 250 volt, tegangan sentuh 473,55 volt dan tegangan langkah sebesar 602,7 volt, rugi-rugi daya akibat arus netral sebesar 0,176 watt. Adapun hasil perhitungan nilai pentanahan peralatan pada trafo GT 315 diperoleh sebesar 2,40 ohm, arus gangguan hubung singkat pada trafo GT 315 4,61 amper, kenaikan tegangan phasa sehat diperoleh untuk trafo GT 315 sebesar 250 volt, tegangan sentuh 473,55 volt dan tegangan langkah sebesar 602,7 volt, rugi-rugi daya akibat arus netral sebesar 1,009 watt.

Kata Kunci : Tahanan Pentanahan, Grounding, Trafo 20 kV.

ABSTRACT

To channel the cultural culture of the electric power system in kleproduction consumers need a distribution network or substation. Electric company standars the state (SPLN) of the syllable can be canceled effectively if the drlop does not fail exceed + 5% and – 10% of nominal odds. The purpose of this research is to analyze and calculate 20 kV distribution transformer holding resistance value in Ichsan University Gorontalo. In this research method is done by measuring instrument in the form of an eart tester. From the calculation of the grounding value of the equipment on the GT 314 transformer obtained at 2,44 ohms, short circuit fault current on the transformer GT 314 4,61 amperes, while the increase in the healthy voltage is obtained for the GT 314 transformer equal to 250 volts, the touch voltage is 473,55 volts and the step voltage is 602,7 volts, power losses due to neutral current of 0,176 watts. As for the results of the calculation of the grounding value of the equipment on the GT 315 transformer, it is 2,40 ohms, the short circuit fault current in the GT 315 transformer is 4,61 amps, the increase in the healthy phase voltage is obtained for the GT 315 transformer of 250 volt, the touch voltage of 473,55 volt and step voltage of 602,7 volt, power losses due to neutral current of 1,009 watts.

Keywords : Grounding Resistance, Grounding, 20 kV Transformer

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Kata pengantar	iv
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Review Literatur	6
2.2 Dasar Teoeri	8
1. Sistem Pentanahan	8
2. Fungsi Dan Tujuan Penatanahan	9
3. Jenis-Jenis Pentanahan	10
4. Pentanahan	10
5. Pentanahan Peralatan	10
6. Pemilihan Metode Pengetanahan	11
7. Metode Pengetanahan Sistem Distribusi	11
8. Komponen Utama Sistem Pentanahan	12
9. Sistem Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20 kV	13
10. Pengukuran Tahanan Pentanahan	13
11. Metode Pengukuran	14
12. Transformator	14

13. Jenis-Jenis Transformator.....	15
14. Sistem Distribusi Daya Listrik 20 Kvs.....	16
15. Pembagian Jaringan Distribusi	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Studi Literatur	20
3.2 Studi Lapangan	20
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian	20
3.4 Alat Dan Bahan.....	21
3.5 Tahapan Perhitungan	21
3.6 Flowchart	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.2 Pembahasan.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyaluran kebutuhan tenaga listrik tersebut dari produsen listrik ke konsumen di perlukan suatu jaringan atau gardu distribusi. Saat terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menimbulkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan karena adanya tahanan tanah.

Pentanahan yaitu penghantaran antara peralatan dengan bumi. Pentanahan merupakan satu-satunya faktor kunci dalam setiap usaha perlindungan sistem tenaga listrik. Dasar sistem pentanahan yaitu menghubungkan bagian konduktif dengan tanah. Bagian sistem pentanahan yang ditanahkan adalah elektroda pentanahan. Ada beberapa jenis elektroda pentanahan yang sering digunakan yaitu : jenis pita, batang dan plat. Pemilihan jenis ini dimaksudkan agar hambatan pentanahan serendah mungkin.

Pengoperasian sistem tenaga listrik, selalu diupayakan agar peralatan-peralatan bekerja dalam kondisi normal. Pada kenyataanya sering terdapat suatu kondisi yang mengganggu kerja peralatan-peralatan tersebut yang disebut sebagai kondisi abnormal atau gangguan. Terjadinya gangguan sangat merugikan bagi kelangsungan dan kelancaran sistem tenaga listrik. Bukan hanya peralatan tertentu yang terganggu namun juga mengganggu kerja peralatan-peralatan lainnya dalam suatu sistem tenaga listrik.

Gardu induk sebagai salah satu bagian sistem tenaga listrik yang memiliki fungsi sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit menuju beban. Jika dikaitkan dengan keandalan sistem pelayanan maka sistem tenaga listrik

harus mampu memberikan keamanan yang baik bagi peralatan yang terpasang maupun bagi makhluk hidup yang berada di sekitar gardu induk tersebut.

Sistem pentanahan tenaga listrik baik pentanahan titik netral maupun pentanahan perlengkapan memiliki pengaruh dalam kelancaran atau keamanan sistem, terutama dalam keadaan gangguan yang berhubungan dengan tanah, diharapkan dengan satu metode cara pentanahan dapat mengurangi kerugian yang menimbulkan gangguan petir sehingga menjamin keandalan dan keamanan penyaluran tenaga listrik.

Penggunaan energi listrik pada umumnya selalu menunjukkan gejala yang meningkat. Maka tidak bisa dipungkiri lagi, karena tenaga listrik merupakan bentuk energi yang sangat menguntungkan dan sangat membantu manusia dalam menyelenggarakan kehidupannya. Untuk menyalurkan kebutuhan tenaga listrik tersebut dari produsen listrik ke konsumen diperlukan suatu jaringan dan gardu distribusi. Berdasarkan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), maka sistem bisa dikatakan efektif bila drop tegangannya tidak melebihi + 5 % dan - 10 % dari tegangan nominal, rugi-rugi daya dan dari total daya yang disalurkan.

Jika terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menyebabkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan adanya tahanan tanah. Pada waktu gangguan itu terjadi seseorang berjalan di atas switch yard sambil memegang atau menyentuh suatu peralatan yang diketanahkan yang terkena gangguan, maka mendapatkan arus yang mengalir melalui tubuh orang tersebut.

Universitas Ichsan Gorontalo merupakan suatu lembaga pendidikan yang mempunyai beberapa fakultas yang memiliki kegiatan administrasi dan belajar

mengajar, yang menggunakan peralatan listrik. Pemakaian beban listrik juga banyak dipakai dalam pemasangan lampu penerangan dan peralatan-peralatan listrik lainnya. Akibatnya penambahan beban di gedung rektorat menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan beban, nilai tahanan pentanahan peralatan sangat besar dan terjadi kelebihan beban (*Over load*) pada transformator distribusi. Universitas Ichsan Gorontalo memiliki transformator distribusi dengan kapasitas 20 kV terdapat pada gardu hubung. Jadi transformator ini bertujuan untuk mensuplai energi listrik ke seluruh gedung di Universitas Ichsan Gorontalo.

Sistem pentanahan bertujuan untuk mengamankan peralatan-peralatan listrik maupun manusia yang berlokasi di sekitar gangguan dengan cara mengalirkan arus gangguan ke tanah. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecilyaitu letak elektroda yang akan ditanam dan kondisi tanah didaerah dimana sistem pentanahan tersebut akan dipasang. nilai tahanan pentanahan sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda yang ditanam, jumlah elektroda, jarak antar elektroda, ukuran konduktor dan kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam (*Andi Syofian, 2013*).

Pemilihan metode pentanahan pada multi transformator menjadi pertimbangan penting dalam sebuah industri yang mempunyai tegangan menengah. Hal ini dikarenakan seringnya terjadi gangguan ke tanah serta besarnya arus gangguan satu fasa ke tanah pada masing-masing transformator. Jika terjadi kesalahan dalam pemilihan pentanahan transformator akan menyebabkan kerusakan yang sangat berarti pada peralatan tersebut (*Johari, 2012*).

Pelaksanaan dan penerapan sistem pentanahan tenaga listrik serta pentanahan perlengkapan, Maka kondisi lingkungan yang bervariasi sehingga sering terjadi penyimpangan terhadap perilaku sistem secara menyeluruh. Untuk mengatasi penyimpangan terhadap perilaku sistem tersebut maka perlu dilakukan sistem pentanahan agar pentanahan yang dilakukan pada sistem tenaga listrik memenuhi syarat dan mencapai tujuan yang baik. Sistem pentanahan yang baik pada akhirnya dapat diwujudkan dalam sistem tenaga listrik yang aman, handal dan ekonomis.

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas pada penelitian ini akan di uji langsung pada trafo di Universitas Ichsan Gorontalo.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi grounding pada trafo GT 314 dan GT 315 ?
2. Apakah nilai tahanan pentanahan dari hasil pengukuran di transformator GT 314 dan GT 315 sesuai dengan standar SPLN No. 2 Tahun 1978 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian yang akan selesaikan yakni :

1. Melakukan pengukuran arus, tegangan pada phasa R S T trafo GT 314 dan GT 315
2. Mengukur nilai tahanan pada setiap phasa dan tahanan netral trafo GT 314 dan GT 315

3. Menghitung nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah trafo Gt 314 dan GT 315
4. Menghitungan rugi-rugi daya pada trafo GT 314 dan Gt 315

1.4 Batasan Masalah

Penulisan tugas akhir ini, penulis memiliki pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Transformator distribusi 20 kV yang akan diteliti hanya pada transformator distribusi 20 kV di Universitas Ichsan Gorontalo.
2. Pada penelitian ini yang dibahas hanya nilai pada nilai tahanan pentanahan transformator distribusi 20 kV di Universitas Ichsan Gorontalo.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat laporan akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai acuan bagi mahasiswa bidang kelistrikan dalam menghitung atau mengevaluasi nilai tahanan pentanahan.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber untuk memperkaya keilmuan terutama dalam bidang sistem pentanahan trafo tenaga. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memicu peneliti-peneliti selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Literatur

Menurut Moediyono. Dalam sistem tenaga yang semakin besar dengan panjang saluran atau besarnya tegangan, akan mengakibatkan arus gangguan yang semakin besar. (diatas 5A) dengan demikian apabila terjadi gangguan tanah makin besar dan busur listrik tidak bisa padam dengan sendirinya. Ditambah lagi gejala-gejala busur tanah atau ‘*arching grounds*’ semakin menonjol. Gejala busur tanah adalah suatu proses terjadinya pemutusan (clearing) dan pukulan balik (restriking) dari busur listrik secara berulang-ulang. Ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan tegangan lebih transien yang tinggi yang dapat merusak peralatan.

Menurut Hutaurok, dalam Supardi (2003) “Untuk mengetahui nilai-nilai hambatan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pentanahan karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama”.

Menurut Kharisma, dalam wahyono (2012) nilai tahanan pembumian dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan jarak elektroda. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai tahanan pembumian akan semakin kecil bila kedalaman penanaman ditambah, jumlah elektroda yang ditanam, dan jarak penanamannya ditambah.

Menurut IEEE Std 142-2007 dalam Yunaningrat (2000), Tujuan sistem pentanahan adalah:

Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperboleh. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi

Menurut PUIL 2000 [3.18.11 &3.18.4.1], Elektroda adalah pengantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Pada umumnya elektroda pentanahan yang sering digunakan ada 1 jenis, yaitu sebagai berikut:

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja profil atau batangan logam lainnya yang dipancangkan kedalam tanah secara dalam. Rumus merupakan tahanan pentanahan elektroda batang unggal:

$$R = \frac{p}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{4L}{A} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

R= Tahanan pentanahan untuk elektroda batang (ohm)

P= Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L= Panjang elektroda (m)

A= Diameter elektroda (meter)

2.2 Dasar Teori

1. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan yaitu sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik.

Pentanahan tidak terbatas pada sistem tenaga saja, namun mencakup juga sistem peralatan elektronik, seperti telekomunikasi, komputer, dll. Secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah 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.

Sistem pentanahan yang digunakan baik untuk pentanahan netral dari suatu sistem tenaga listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum atau awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam memprediksikan nilai dari suatu hambatan pentanahan. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem Pentanahan adalah hambatan sistem suatu sistem pentanahan tersebut.

Agar sistem pentanahan dapat bekerja secara efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut;

- a. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian efektif.
- b. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge currents).
- c. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- d. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah pelayanan.

2. Fungsi Dan Tujuan Sistem Pentanahan

Fungsi pentanahan yaitu untuk mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu elektroda pentanahan yang ditanam dalam tanah bila terjadi gangguan. Disamping itu berfungsi juga sebagai pengaman baik bagi manusia maupun peralatan dari bahaya listrik.

Adapun tujuan sistem pentanahan :

1. Menjaga keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari sengatan sentuh atau sengatan langkah.
2. Menjamin kerja peralatan listrik/elektronik.
3. Mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik.
4. Menyalurkan energi serangan petir ketanah. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya flashover.

3. Jenis-Jenis Pentanahan

Secara garis besar sistem pentanahan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu;

1. Pentanahan sistem.
2. Pentanahan peralatan.
3. Pentanahan penangkal petir.

4. Pentanahan

Sistem dengan titik netral ditanahkan yaitu suatu sistem yang titik netral dari sistem tersebut sengaja dihubungkan ke tanah, baik melalui impedansi maupun secara langsung. Adapun tujuan pentanahan titik netral sistem adalah sebagai berikut :

1. Menghilangkan gejala-gejala busur api pada suatu sistem.
2. Membatasi tegangan-tegangan pada fasa yang tidak terganggu (pada fasa yang sehat).
3. Meningkatkan keandalan (reliability) pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.
4. Mengurangi/membatasi tegangan lebih transient yang disebabkan oleh penyalakan bunga api yang berulang-ulang (restrike ground fault).
5. Memudahkan dalam menentukan sistem proteksi serta memudahkan dalam menentukan lokasi gangguan

5. Pentanahan Peralatan

Pentanahan peralatan sistem atau pentanahan netral pengaman (PNP) yaitu tindakan pengamanan dengan cara menghubungkan badan peralatan / instalasi yang

diproteksi dengan hantaran netral yang ditanahkan sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tidak terjadi tegangan sentuh yang tinggi sampai bekerjanya alat pengaman arus lebih. Yang dimaksud bagian dari peralatan ini yaitu bagian-bagian mesin yang secara normal tidak dilalui arus listrik namun dalam kondisi abnormal dimungkinkan dilalui arus listrik.

Berdasarkan penjelasan diatas beberapa tujuan Pentanahan Peralatan yaitu :

1. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dilalui arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal.
2. Untuk memperoleh impedansi yang kecil/rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

6. Pemilihan Metode Pengetanahan

Pemilihan metode pengetanahan tergantung dari : segi praktis, menjaga kontunitas sistem, memperkecil gangguan yang lebih besar, dan kompromi keseimbangan antara arus dan tegangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan metode pengetanahan. Maka harus diperhatikan dalam pemilihan metode pengetanahan dari suatu sistem tenaga, ialah :

1. Selektivitas dan sensitivitas dari rele gangguan tanah

7. Metode Pengetanahan Sistem Distribusi

Pada sistem Tegangan Menengah sampai dengan 20 kV harus selalu diketanahkan karena menjaga kemungkinan sangat besar oleh tegangan lebih transient tinggi yang

disebabkan oleh busur tanah (*arching groud* atau *restriking ground faults*). Untuk itu pengetanahan yang sesuai dengan kriteria adalah :

- a. Tahanan Rendah, terutama untuk sistem yang dipakai mensuplai mesin-mesin berputar, khususnya pemakaian dalam industri.
- b. Tahanan Tinggi, dengan tahanan tinggi kerusakan karena arus sangat berkurang pengetanahan ini dipilih dengan tujuan :
 1. Mencegah pemutusan yang tidak direncanakan
 2. Apabila sistem sebelumnya diperasikan tanpa pengetanahan dan tidak ada rele tanah yang dipasang
 3. Apabila pembatasan kerusakan karena arus dan tegangan lebih diinginkan tetapi tidak dibutuhkan rele tanah yang selektif

Pengetanahan Langsung, mempunyai biaya paling rendah dari semua metode pengetanahan, untuk sistem distribusi saluran udara (SUTM) dan sistem yang disuplai dengan trafo dengan pengaman lebur pada sisi primer perlu memberikan arus gangguan yang cukup untuk melebur pengaman leburnya. Dalam standart SPLN no. 2 tahun 1978 ditratapkan pengetanahan Jaringan Tegangan Menengah adalah pengetanahan netral sistem 20 kV beserta pengamannya dengan tahanan.

8. Komponen Utama Sistem Pentanahan

Dalam sistem pentanahan komponen-komponen utama yang diperlukan antara lain elektroda pentanahan dan hantaran pentanahan berperan sangat besar. Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan sebagai kontak langsung dengan tanah yang diusahakan sampai mencapai titik air tanah. Bahan elektroda

pentanahan ialah tembaga atau baja profil digalvanisir atau pipa galvanis, sedangkan ukuran dan jenis elektroda pentanahan bermacam-macam tergantung dari lokasi dan metode pentanahannya,. Jenis elektroda pentanahan antara lain :

1. Elektroda batang
2. Elektroda pita
3. Elektroda plat

9. Sistem Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20 kV

Pada sistem tenaga semakin besar dengan panjang saluran dan besarnya tegangan, akan menimbulkan arus gangguan yang semakin besar. Dengan demikian apabila terjadi gangguan tanah akan semakin besar dan busur listrik tidak dapat padam dengan sendirinya ditambah gejala-gejala busur tanah semakin menonjol. Gejala busur tanah adalah suatu proses terjadinya pemutusan (clearing) dan pukulan balik (restriking) dari busur listrik secara berulang-ulang. Hal ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan tegangan transient yang lebih tinggi dan dapat merusak peralatan juga akan membahayakan pekerja atau masyarakat disekitarnya karena akan timbul tegangan sentuh. Oleh karena itu, pada sistem tenaga besar (pada sistem Y) titik netral sistem ditanahkan (digrounding) melalui tahanan atau resitance.

10. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan bertujuan untuk menentukan tahanan antara besi atau plat tembaga yang ditanam dalam tanah yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik terhadap gangguan petir dan hubung singkat. Dengan demikian pelat tersebut harus

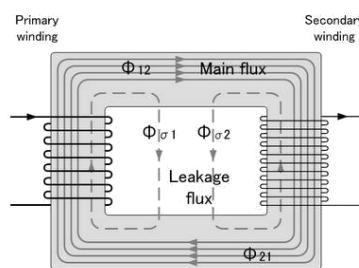
ditanam hingga mendapatkan tahanan terhadap tanah sekitar yang sekecil-kecilnya. Untuk ukur tahanan pentanahan (*Earth Resistance Tester*).

11. Metode Pengukuran

Metode pengukuran menggunakan alat Earth Tester dengan dua buah elektroda bantu. Adapun metodenya adalah menghubungkan terminal E (warna hijau) ke elektroda utama, dengan menghubungkan terminal P (warna kuning) ke elektroda pembantu yang pertama dan terminal C (warna merah) ke elektroda bantu yang ke dua.

12. Transformator

Transformator yaitu suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energy listrik satu atau lebih rangkaian listrik satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gendeng magnet berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator yaitu alat yang digunakan untuk mengubah tegangan bolak balik (ac) dari suatu nilai tertentu ke nilai yang kita inginkan terdiri dari kumparan primer dan sekunder.



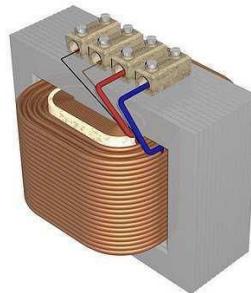
Gambar 2.1 Transformator

Perkembangan dan penerapan system transformator pada perumahan, perkantoran maupun pada kendaraan yaitu mobil dewasa ini mengalami peningkatan yang pesat. Buktiya adalah banyak industry, perkantoran maupun kendaraan dilengkapi dengan

penggunaan transformator yang bertujuan untuk mengetahui informasi dan dapat menambah pengetahuan. System pesawat telepon yang paling sederhana memiliki komponen utama yaitu ISDN EXCHANGE, ISDN PRA, ISDN BRA, ISDN PHONE, ISDN PBX dan ISDN DATA TERMINAL.

13. Jenis-Jenis Transformator

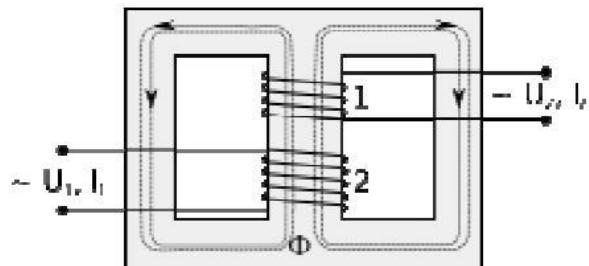
Berkaitan dengan topik yang dikaji yakni kegunaan transformator adalah alat untuk mengubah tegangan arus bolak balik menjadi lebih tinggi atau rendah. Transformator terdiri dari pasangan kumparan primer dan sekunder yang diisolasi (terpisah) secara listrik dan dililitkan pada inti besi lunak. Inti besi lunak dibuat dari pelat yang berlapis-lapis untuk mengurangi daya yang hilang karena arus pusar. Kumparan primer dan sekunder dililitkan pada kaki inti besi yang terpisah. Bagian fluks magnetic bocor tampak bahwa pada pasang kumparan terdapat fluks magnetic bocor disisi primer dan sekunder Secara lebih lengkap bisa dicermati pada gambar.



Gambar 2.2 Bagan fluks magnetic bocor pada pasangan kumparan

Hasil diatas untuk mengurangi fluks magnet bocor pada pasangan kumparan digunakan pasangan kumparan seperti gambar diatas. Kumparan sekunder dililitkan pada kaki inti besi yang sama (kaki yang tengah), dengan lilitan kumparan sekunder terletak

diatas lilitan kumparan primer, ditunjukkan pada fluks magnet bocornya maka dapat dicermati pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Hubungan primer dan sekunder

Rumus untuk fluks magnet yang ditimbulkan lilitan primer adalah:

$$\delta\Phi = C \times \delta t$$

Dan untuk rumus GGL induksi yang terjadi dililitan sekunder adalah:

$$A = N \frac{\delta\Phi}{\delta t}$$

Karena kedua kumparan dihubungkan dengan fluks yang sama, maka

$$\frac{\delta\Phi}{\delta t} = V_p/N_p = V_s/N_s$$

Dimana dengan menyusun ulang persamaan akan didapat

$$V_p/N_p = V_s/N_s$$

Sedemikian sehingga

$$V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s$$

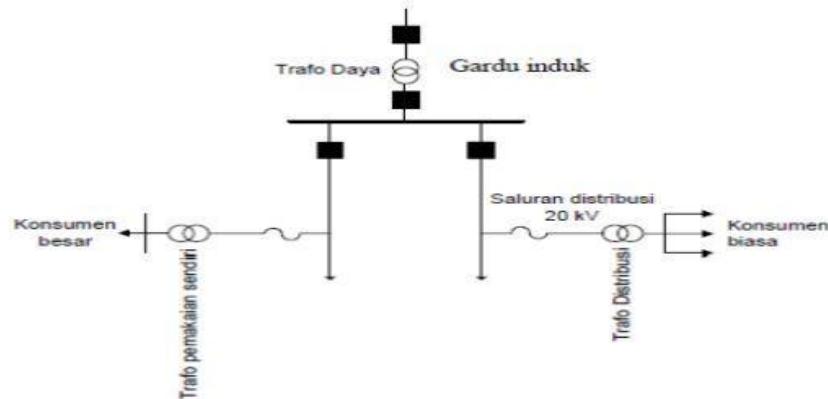
14. Sistem distribusi daya listrik 20 Kvs

Sistem distribusi daya listrik meliputi semua Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV dan semua Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 380/220 Volt hingga ke meter-meter pelanggan. Pendistribusian daya listrik dilakukan dengan menarik kawat – kawat

distribusi melalui penghantar udara. Penghantar bawah tanah dari mulai gardu induk hingga ke pusat – pusat beban. pada sistem di ranting Galang ada terpasang jaringan bawah tanah karena keadaan kota atau daerahnya belum memungkinkan untuk dibangun jaringan tersebut. jadi untuk daerah ini tetap disuplai melalui hantaran udara 3 phasa 3 kawat.

Setiap elemen jaringan distribusi pada lokasi tertentu dipasang trafo-trafo distribusi, dimana tegangan distribusi 20 KV diturunkan ke level tegangan yang lebih rendah menjadi 380/220 Volt. Dari trafo-trafo ini kemudian para pelanggan listrik dilayani dengan menarik kabel-kabel tegangan rendah menjelajah ke sepanjang pusat-pusat pemukiman, baik itu komersial maupun beberapa industri yang ada disini. Tenaga listrik yang lazim digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk mengoperasikan peralatan-peralatan tersebut adalah listrik dengan tegangan yang rendah (380/220 Volt). Sedangkan tenaga listrik yang bertegangan menengah (sistem 20 KV) dan tegangan tinggi (sistem 150 KV) hanya dipergunakan sebagai sistem penyaluran (distribusi dan transmisi) untuk jarak yang jauh.

Hal ini bertujuan untuk kehandalan sistem karena dapat memperkecil rugirugi daya dan memiliki tingkat kehandalan penyaluran yang tinggi, disalurkan melalui saluran transmisi ke berbagai wilayah menuju pusat-pusat pelanggan.



Gambar 2.4 Diagram satu garis sistem penyaluran Tenaga Listrik

Keterangan dari gambar:

1. Saluran distribusi adalah saluran yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan dari gardu distribusi ke trafo distribusi ataupun trafo pemakaian sendiri bagi konsumen besar.
2. Trafo distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan 20 KV dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) menjadi tegangan rendah 380/220 Volt. Tegangan rendah inilah yang kemudian didistribusikan ke pelanggan kecil melalui jaringan tegangan rendah (JTR) yang berupa sistem 3 phasa empat kawat.

3. Konsumen besar adalah konsumen yang menggunakan energi yang besar yang biasanya langsung mengambil sumber listrik dari gardu terdekat untuk kemudian disalurkan ke Gardu Induk (GI) pemakaian sendiri.
4. Konsumen biasa adalah konsumen-konsumen yang menggunakan tenaga listrik dengan level tegangan rendah (380/220 Volt) seperti rumah tangga, industri kecil, perkantoran, pertokoan dan sebagainya.

15. Pembagian Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi adalah kumpulan dari interkoneksi bagian-bagian rangkaian listrik dari sumber daya (Trafo Daya pada GI distribusi) yang besar sampai saklar-saklar pelayanan pelanggan. Secara garis besar jaringan distribusi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Distribusi primer adalah jaringan distribusi daya listrik yang bertegangan menengah (20 KV). Jaringan distribusi primer tersebut merupakan jaringan penyulang. Jaringan ini berawal dari sisi skunder trafo daya yang terpasang pada gardu induk hingga kesisi primer trafo distribusi yang terpasang pada tiang-tiang saluran.
2. Distribusi sekunder adalah jaringan distribusi dari gardu disribusi untuk disalurkan ke pelanggan dengan klasifikasi tegangan rendah yaitu 220 V atau 380 V (antar fasa). Pelanggan yang memakai tegangan rendah ini adalah pelanggan paling banyak karena daya yang

dipakai tidak terlalu banyak. Jaringan dari gardu distribusi dikenal dengan JTR (Jaringan Tegangan Rendah), lalu dari JTR dibagi-bagi untuk ke rumah pelanggan, saluran yang masuk dari JTR ke rumah pelanggan disebut Sambungan Rumah (SR). Pelanggan tegangan ini banyaknya menggunakan listrik satu fasa, walau ada beberapa memakai listrik tiga fasa.

2. Pembatasan besar arus gangguan tanah
3. Tingkat pengamanan terhadap tegangan surja dengan arrester
4. Pembatasan tegangan lebih transien

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode yang dilakukan untuk penelitian analisa pentanahan pada transformator distribusi 20 Kv di Universitas Ichsan Gorontalo akan diselesaikan dalam waktu 3 bulan, dengan tahapan studi literatur, studi lapangan dan pembuatan laporan.

3.1. Studi Literatur

Data didapatkan dari berbagai referensi serta informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber informasi diperoleh diantaranya dari buku, artikel publikasi, skripsi, dan karya-karya ilmiah lainnya.

3.2 Studi Lapangan

Pengukuran resistansi pentanahan tahanan pentanahan transformator GT 314 dan GT 315 dan pengukuran pentanahan peralatan menggunakan alat ukur Earth Tester metode tiga titik.

3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian

- Waktu Penelitian :

Penelitian ini dilaksanakan kurang Lebih 1 semester.

- Tempat Penelitian

Di kampus Universitas Ichsan Gorontalo.

3.4 Alat Dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

1. Alat ukur berupa Earth tester
2. PC/Laptop
3. Tang Ampere

3.5 Tahapan Perhitungan

1. Menghitung tahanan pentanahan dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}} \quad (3.1)$$

Keterangan :

R adalah tahanan pentanahan (ohm) dan

ρ adalah resistivitas tanah (ohm-meter).

$$\pi = 3,14$$

2. Perhitungan arus gangguan hubung singkat trafo menggunakan rumus :

$$I_f 1\phi (L - G) = \frac{3E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3R_n} \quad (3.2)$$

3. Perhitungan tegangan phasa sehat menggunakan rumus :

$$\Delta = -E_{ph} \left[\frac{k-1}{k+2} \right] \quad (3.3)$$

4. Perhitungan tegangan sentuh dan tegangan langka menggunakan rumus :

$$E_S = (R_k + \frac{R_f}{2}) \times I_k \quad (3.4)$$

5. Perhitungan Rugi-rugi daya dengan rumus :

$$P_N = I_{N^2} \cdot R_N \text{ dan } P_G = I_{G^2} \cdot R_G \quad (3.5)$$

Keterangan :

PN = losses pada penghantar netral trafo (watt)

IN = arus yang mengalir pada netral trafo (A)

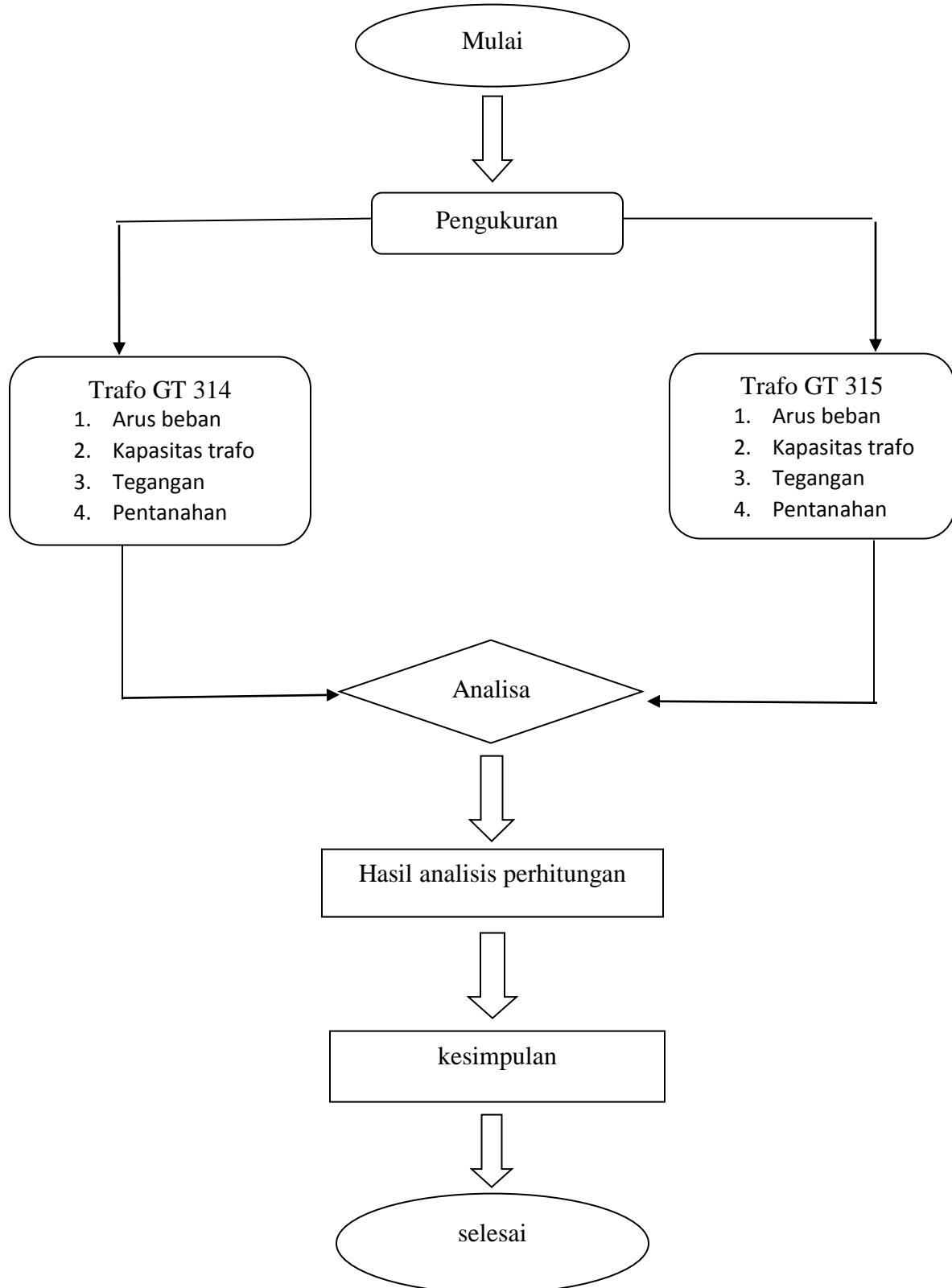
RN = tahanan penghantar netral trafo (Ω)

PG = losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (watt)

IG = arus netral yang mengalir ke tanah (A)

RG = tahanan pembumian netral trafo (Ω)

3.6 Flowchart



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Universitas Ichsan Gorontalo merupakan lembaga pendidikan yang mempunyai beberapa gedung rektorat, gedung perpustakaan, Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), pusat computer dan masjid. Gedung-gedung tersebut disupplay oleh dua transformator yakni trafo GT 314 dan trafo GT 315 dengan daya 160 kVA. Adapun tegangan primer transformator sebesar 20 kV dan tegangan sekunder yang dipakai adalah tegangan 3 phasa 380 volt dan tegangan 1 phasa 220 volt.

Dari hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada transformator distribusi 20 kV baik pentanahan peralatan maupun pentanahan netral menggunakan alat ukur berupa earthtester, serta tang amper untuk mengukur tegangan dan arus beban. Maka hasil dari pengukuran tersebut ditunjukan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Transformator Distribusi 314

No.	Uraian	Pengukuran
1.	Beban Phasa R	72,7 A
2.	Beban Phasa S	64 A
3.	Beban Phasa T	76 A
4.	Beban Netral	20,9 A
5.	Tegangan Phasa R-S	388,2 V
6.	Tegangan Phasa R-T	387,9 V
7.	Tegangan Phasa S-T	388,1 V
8.	Pantanahan Titik Netral	2,10 Ω
9.	Pantanahan Peralatan	2,44 Ω
10.	Tahanan Jenis Tanah Ladang	100 Ω
11.	Impedansi (Z)	4 %

Tabel 2. Hasil Pengukuran Transformator Distribusi 315

No.	Uraian	Pengukuran
1.	Beban Phasa R	113 A
2.	Beban Phasa S	91,6 A
3.	Beban Phasa T	101,6 A
4.	Beban Netral	23,3 A
5.	Tegangan Phasa R-S	390,8 V
6.	Tegangan Phasa R-T	386,3 V
7.	Tegangan Phasa S-T	385,5 V
8.	Pentanahan Titik Netral	2,38 Ω
9.	Pentanahan Peralatan	2,40 Ω
10	Tahanan Jenis Tanah Ladang	100 Ω
11	Impedansi (Z)	4 %

4.1.1 Perhitungan Trafo GT 314

Perhitungan Besar Tanahan Pentanahan Transformator Distribusi Universitas

Ichsan Gorontalo

Berdasarkan table 1, maka perhitungan besar nilai tahanan pentanahan pada transformator distribusi GT 314 menggunakan rumus 3.1 :

$$R_g = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}}$$

$$= \frac{100}{4} \sqrt{\frac{3,14}{4}}$$

$$R_g = 22,15 \text{ Ohm}$$

Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Transformator

Perhitungan arus gangguan hubung singkat 1 phasa ke tanah berdasarkan rumus 3.2 dan table 1, maka perhitungan arus gangguan hubung singkat 1 phasa ke tanah menggunakan impedansi sebesar 4 % atau 0,04 pu.

$$\begin{aligned} I_f 1\phi (L - G) &= \frac{3E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3R_n} \\ &= \frac{3(1,0)}{j0,04 + j0,04 + j0,04 + 3(2,1)} \\ &= 0,476 \text{ Amper} \end{aligned}$$

$$I_f 1\phi (L - G) = 0,476$$

Maka,

$$\begin{aligned} I_f &= \frac{kva}{\sqrt{3}\sqrt{base}} \\ &= \frac{160}{\sqrt{3} \times 20} \end{aligned}$$

$$= 4,61 A$$

Perhitungan Tegangan Phasa Sehat

Netral ketanahkan tanpa impedansi pada sistem transformasi juga bisa berguna untuk membatasi atau mencegah naiknya tegangan phasa yang sehat, seandainya terjadi gangguan salah satu phasa, misalnya hubung singkat ke tanah. Besar kenaikan tegangan saluran jaringan ke netral menjadi sebesar 3 tegangan phasa andai kata tanpa adanya sambungan netral dan tanpa impedansi ke tanah.

Perhitungan kenaikan tegangan pada phasa sehat menggunakan rumus 3.3 :

$$\Delta = -E_{ph} \left[\frac{k-1}{k+2} \right]$$

$$\Delta = -0,39 \left[\frac{4,62 - 1}{4,62 + 2} \right]$$

$$= -0,39 \left[\frac{3,62}{6,62} \right]$$

$$= -0,39(0,55)$$

$$= -0,213 \text{ kV}$$

Besar kenaikan tegangan phasa sehat diperoleh sebesar 0,213 kV, maka tegangan pada titik netral adalah :

$$\begin{aligned}
 V_B = V_C &= E_p h + \Delta \\
 &= \sqrt{(0,39)^2 + (-0,213)^2 - 2 (0,39)(-0,213) \cos 80} \\
 &= \sqrt{0,1521 + 0,0454 + 0,1661 \times 0,174} \\
 &= \sqrt{0,063} \\
 V_B = V_C &= 250 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tegangan Sentuh Dan Tegangan Langkah

Perhitungan tegangan sentuh dan tegangan langkah dengan menggunakan rumus 3.4, maka persamaan tegangan sentuh sebagai berikut dengan jenis tanah ladang ($\rho = 100\Omega$)

$$\begin{aligned}
 E_S &= (R_k + \frac{R_f}{2}) \times I_k \\
 &= (1500 + \frac{3 \cdot \rho_s}{2}) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}} \\
 &= (1500 + \frac{3 \cdot 100}{2}) \times \frac{0,157}{\sqrt{0,3}} \\
 &= (1500 + 150) \times 0,287 \\
 &= 1650 \times 0,287 \\
 &= 473,55 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_l &= (R_k + 2R_f) \times I_k \\
&= (1500 + 2(3 \times 100)) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}} \\
&= (1500 + 2(300)) \times \frac{0,157}{\sqrt{0,3}} \\
&= (1500 + 600) \times 0,287 \\
&= 2100 \times 0,287 \\
&= 602,7 \text{ volt}
\end{aligned}$$

Perhitungan Rugi-rugi Daya (*Losses*)

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, S, T) mengalirkan arus netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan rugi-rugi daya (*Losses*). Perhitungan Losses pada penghantar netral trafo ini menggunakan rumus 3.5 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
P_N &= I_N^2 \cdot R_N \\
&= (20,9)^2 \times 2,10 \\
&= 436,81 \times 2,10 \\
&= 917,3 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Dimana daya aktif trafo :

$$\begin{aligned}
 P &= S \times \cos \varphi \\
 &= 160 \times 0,80 \\
 &= 128 \text{ kW} \\
 &= 128.000 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Sehingga, presentase rugi-rugi daya (*Losses*) akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo adalah :

$$\begin{aligned}
 \% P_N &= \frac{P_N}{P} \times 100 \% \\
 &= \frac{917,3}{128.000} \times 100 \% \\
 &= 0,716 \%
 \end{aligned}$$

Table 3. Hasil perhitungan Transformator Distribusi GT 314

No.	Uraian	Hasil	Standar SPLN No. 2 Tahun 1978
1.	Tahanan Peralatan	2,44 Ohm	5 Ohm
2.	Tegangan Sentuh	473,55 Volt	490 V
3.	Tegangan Langkah	602,7 Volt	1615 V
4.	Arus Gangguan	4,61 A	5 Amper
5.	Kenaikan Tegangan	250 Volt	380 Volt
6.	Rugi-Rugi Daya	0,716 watt	500 Watt

4.1.2 Perhitungan Trafo GT 315

Perhitungan Besar Tahanan Pentanahan Transformator Distribusi Universitas Ichsan Gorontalo

Berdasarkan table 2, maka perhitungan besar nilai tahanan pentanahan peralatan pada transformator distribusi menggunakan rumus 3.1 :

$$R_g = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}}$$
$$= \frac{100}{4} \sqrt{\frac{3,14}{4}}$$

$$R_g = 22,15 \text{ Ohm}$$

Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Transformator

Perhitungan arus gangguan hubung singkat 1 phasa ke tanah berdasarkan rumus 3.2 dan table 1, maka perhitungan arus gangguan hubung singkat 1 phasa ke tanah menggunakan impedansi sebesar 4 % atau 0,04 pu.

$$I_f\,1\phi(L-G)=\frac{3E_a}{Z_1+Z_2+Z_0+3R_n}$$

$$= \frac{3(1,0)}{j0,04+j0,04+j0,04+3(2,38)}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{0,0144+50,98}}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{50,9944}}$$

$$= \frac{3}{7,14} = 0,4201\,Amper$$

$$I_f\,1\phi(L-G)=0,4201$$

$$\mathrm{Maka,}$$

$$I_f=\frac{kva}{\sqrt{3}\,V}$$

$$= \frac{160}{\sqrt{3} \times 20}$$

$$= 4,61\,A$$

Perhitungan Tegangan Phasa Sehat

Netral ketanahkan tanpa impedansi pada sistem transformasi juga bisa berguna untuk membatasi atau mencegah naiknya tegangan phasa yang sehat, seandainya terjadi gangguan salah satu phasa, misalnya hubung singkat ke tanah. Besar kenaikan tegangan saluran jaringan ke netral menjadi sebesar 3 tegangan phasa andai kata tanpa adanya sambungan netral dan tanpa impedansi ke tanah.

Perhitungan kenaikan tegangan pada phasa sehat menggunakan rumus 3.3 :

$$\Delta = -E_{ph} \left[\frac{k-1}{k+2} \right]$$

$$\Delta = -0,39 \left[\frac{4,62 - 1}{4,62 + 2} \right]$$

$$= -0,39 \left[\frac{3,62}{6,62} \right]$$

$$= -0,39(0,55)$$

$$= -0,213 \text{ kV}$$

Besar kenaikan tegangan phasa sehat diperoleh sebesar 0,213 kV, maka tegangan pada titik netral adalah :

$$\begin{aligned}
 V_B = V_C &= E_p h + \Delta \\
 &= \sqrt{(0,39)^2 + (-0,213)^2 - 2 (0,39)(-0,213) \cos 80} \\
 &= \sqrt{0,1521 + 0,0454 + 0,1661 \times 0,174} \\
 &= \sqrt{0,063}
 \end{aligned}$$

$$V_B = V_C = 250 \text{ Volt}$$

Perhitungan Tegangan Sentuh Dan Tegangan Langkah

Perhitungan tegangan sentuh dan tegangan langkah dengan menggunakan rumus 3.4, maka persamaan tegangan sentuh sebagai berikut dengan jenis tanah ladang ($\rho = 100\Omega$)

$$\begin{aligned}
 E_S &= (R_k + \frac{R_f}{2}) \times I_k \\
 &= (1500 + \frac{3 \cdot \rho_s}{2}) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (1500 + \frac{3.100}{2}) \times \frac{0,157}{\sqrt{0,3}} \\
&= (1500 + 150) \times 0,287 \\
&= 1650 \times 0,287 \\
&= 473,55 \text{ volt}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_l &= (R_k + 2R_f) \times I_k \\
&= (1500 + 2(3 \times 100)) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}} \\
&= (1500 + 2(300)) \times \frac{0,157}{\sqrt{0,3}} \\
&= (1500 + 600) \times 0,287 \\
&= 2100 \times 0,287 \\
&= 602,7 \text{ volt}
\end{aligned}$$

Perhitungan Rugi-rugi Daya (*Losses*)

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, S, T) mengalirkan arus netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan rugi-rugi daya (*Losses*). Perhitungan Losses pada penghantar netral trafo ini menggunakan rumus 3.5 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
P_N &= I_N^2 \cdot R_N \\
&= (23,3)^2 \times 2,38 \\
&= 542,89 \times 2,38 \\
&= 1292,07 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Dimana daya aktif trafo :

$$\begin{aligned}
P &= S \times \cos \varphi \\
&= 160 \times 0,80 \\
&= 128 \text{ kw} \\
&= 128.000 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Sehingga, presentase rugi-rugi daya (*Losses*) akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo adalah :

$$\begin{aligned}
\% P_N &= \frac{P_N}{P} \times 100 \% \\
&= \frac{1292,07}{128.000} \times 100 \% \\
&= 1,009 \%
\end{aligned}$$

Table 3. Hasil perhitungan Transformator Distribusi GT 315

No.	Uraian	Hasil	Standar SPLN No. 2 Tahun 1978
1.	Tahanan Peralatan	2,40 Ohm	5 Ohm
2.	Tegangan Sentuh	473,55 Volt	490 V
3.	Tegangan Langkah	602,7 Volt	1615 V
4.	Arus Gangguan	4,61A	5 Amper
5.	Kenaikan Tegangan	250 Volt	380 Volt
6.	Rugi-Rugi Daya	1,009 watt	500 Watt

4.2 Pembahasan

Pengukuran tahanan pentanahan bertujuan untuk menentukan tahanan antara besi atau plat tembaga yang ditanam dalam tanah yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik terhadap gangguan petir dan hubung singkat. Dengan demikian plat tersebut harus ditanam hingga mendapatkan tahanan terhadap tanah sekitar yang sekecil-kecilnya. Untuk mengukur tahanan pentanahan menggunakan alat ukur berupa Eart Tester.

Metode pengukuran menggunakan alat eart tester dengan dua buah elektroda bantu. Adapun metodenya adalah menghubungkan terminal E (warna hijau) ke elektroda utama, dengan menghubungkan terminal P (warna kuning) ke elektroda pembantu yang pertama dan terminal C (warna merah) ke elektroda bantu yang ke dua.

Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan pada trafo GT 314, maka nilai pentanahan peralatan adalah 2,44 ohm, hasil perhitungan tegangan sentuh adalah 473,55 volt dan tegangan langkah adalah 602,7 volt. Kemudian nilai arus gangguan adalah 4,61 amper, nilai kenaikan tegangan adalah 250 volt, serta nilai rugi-rugi daya adalah 0,716 watt.

Adapun hasil analisi dan hasil perhitungan pada trafo GT 315. Dari hasil pengukuran tahanan pentanahan mendapatkan nilai 2,40 ohm. Nilai tegangan sentuh adalah 473,55 volt sedangkan nilai tegangan langkah adalah 602,7 volt. Kemudian nilai arus gangguan mendapatkan nilai 4,61 amper. Serta nilai kenaikan tegangan 250 volt dan nilai rugi-rugi daya 1,009 watt.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur earth tester dengan menggunakan 2 buah elektroda bantu dan kabel penghubung secukupnya.

5.2 Saran

Dari uraian tentang pentanahan yang telah dijelaskan, untuk meningkatkan kualitas tenaga listrik, pentanahan lebih baik sangat dibutuhkan. Karena pentanahan yang lebih baik dapat mereduksi gangguan-gangguan system transmisi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas tenaga listrik ke konsumen seperti swell, sag, turun tegangan, dan transien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Kadir. 1997, *Mesin Sinkron*, Penerbit Djambatan, abrartanjung.
- Andi Sofyan, 2013, *Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk Pltu Teluk Sirih*, Jurnal Momentum, Vol.14 No.1. Februari.
- Ariawan.Putu Rusdi.2009. Pentanahan Netral Sistem Tenaga. Jakarta:Erlangga.
- Jasdi Udiklat PLN. 2006. Sistem Tenaga Listrik. Jakarta. Hutaunik, T.S. 1999. “Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan pengetanahan Peralatan”. Jakarta: Erlangga.
- Marsudi, Djiteng, 2006, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Yogjakarta : Graha Ilmu.
- Murdiyanto, 2000, Analisis pentanahan menara saluran transmisi tegangan tinggi 20 kv, skripsi, Fakultas Teknik Industri, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Stevenson, William Jr. D, 1983, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Edisi Ke – 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- T. S, Hutaunik, 1999, *Pengetanahan Netral*
- Zuhal, 1991, *Dasar Tenaga Listrik*, Penerbit ITB Bandung.
- Moediyono, Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20 KV, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- M. Kamal Hamid, Said Abubakar, Sistem Pentanahan Abrar Tanjung, Analisis Sistem Pentanahan Transformator Distribusi Di Universitas Lancang Kuning, Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
- <https://www.google.com/search?safe=strict&ei=Z200XLb7NonEvQSpsa7gBw&q=metode+penelitian+analisis+pentanahan+20+kv&oq=metode+penelitian+analisis+pentanahan+20+kv>

LAMPIRAN



RIWAYAT HIDUP



Riskiyanto Tunggali, lahir di Gorontalo pada tanggal 8 Agustus tahun 1996, anak kedua dari dua bersaudara, kakak yang bernama **Rahmanto Tunggali**. Buah kasih dari pasangan ayahanda **Ramli Tunggali** dan ibunda **Hamsiatin Nalea**. Penulis menempuh pendidikan di SD Inpres Bonedaa tahun 2004 dan selesai pada tahun 2009, dan pada tahun yang sama 2009 penulis melanjutkan di sekolah menengah pertama, SMP Negeri 2 Satu Atap Suwawa Selatan dan selesai pada tahun 2012, dan pada tahun yang sama 2012 penulis melanjutkan pendidikan di sekolah menengah atas, SMA Negeri 1 Suwaw adan mengambil jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) dan selesai pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis terdaftar salah satu perguruan tinggi swasta dengan mengambil jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik di Universitas Ichsan Gorontalo, dan Alhamdulillah selesai pada tahun 2020.

Berkat petunjuk dan pertolongan Allah SWT, usaha dan disertai doa dan kedua orang tua dalam menjalani aktivitas akademik di perguruan tinggi Universitas Ichsan Gorontalo, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan yang berjudul "Analisa Pentanaan Pada Transformator Distribusi 20 KV Di Universitas Icshan Gorontalo.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LEMBAGA PENELITIAN (LEMLIT)
UNIVERSITAS IHSAN GORONTALO**

Jl. Raden Saleh No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975; Fax: (0435) 82997;
E-mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 2092/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/II/2020

Lampiran : -

Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,

Kepala Laboratorium Teknik Elektro Universitas Ihsan Gorontalo
di,-
Gorontalo

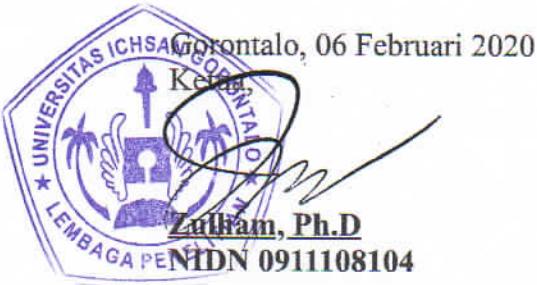
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zulham, Ph.D
NIDN : 0911108104
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Riskiyanto Tunggali
NIM : T2115007
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Lokasi Penelitian : LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS IHSAN GORONTALO
Judul Penelitian : ANALISA PENTANAHAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI UNIVERSITAS IHSAN GORONTALO

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.



+



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS ICHSAN
(UNISAN) GORONTALO

SURAT KEPUTUSAN MENDIKNAS RI NOMOR 84/D/O/2001

Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp (0435) 829975 Fax (0435) 829976 Gorontalo

SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI

No. 0555/UNISAN-G/S-BP/IV/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunarto Taliki, M.Kom
NIDN : 0906058301
Unit Kerja : Pustikom, Universitas Ichsan Gorontalo

Dengan ini Menyatakan bahwa :

Nama Mahasiswa : RISKIYANTO TUNGGALI
NIM : T2115007
Program Studi : Teknik Elektro (S1)
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Skripsi : Analisa Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20Kv di Universitas Ichsan Gorontalo

Sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi Turnitin untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil Similarity sebesar 13%, berdasarkan SK Rektor No. 237/UNISAN-G/SK/IX/2019 tentang Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Plagiarisme, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 35% dan sesuai dengan Surat Pernyataan dari kedua Pembimbing yang bersangkutan menyatakan bahwa isi softcopy skripsi yang diolah di Turnitin SAMA ISINYA dengan Skripsi Aslinya serta format penulisannya sudah sesuai dengan Buku Panduan Penulisan Skripsi, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan BEBAS PLAGIASI dan layak untuk diujangkan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 30 Agustus 2020
Tim Verifikasi,



Sunarto Taliki, M.Kom
NIDN. 0906058301

Tembusan :

1. Dekan
2. Ketua Program Studi
3. Pembimbing I dan Pembimbing II
4. Yang bersangkutan
5. Arsip

RISKI TUNGGALI T3111

SKRIPSI 2020 PERBAIKAN RISKI TUNGGALI2.pdf

Sources Overview

13%

OVERALL SIMILARITY

1	www.slideshare.net	3%
2	www.scribd.com	3%
3	media.neliti.com	2%
4	eprints.ums.ac.id	2%
5	docplayer.info	1%
6	tempatharapan.blogspot.com	<1%
7	ejournal.uin-suska.ac.id	<1%
8	id.scribd.com	<1%

Excluded search repositories:

- Submitted Works

Excluded from Similarity Report:

- Small Matches (less than 25 words).

Excluded sources:

- None