



# JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI: 10.31289/jite.v6i2.8500

Received: 04 December 2022

Accepted: 24 January 2023

Published: 25 January 2023

## Modeling Of Generator Neutral Ground System Using Labview 2017 Application IEEE std C62.92.2TM

Muhammad Fadlan Siregar1)\*, Ayu Fitriani1), Syafriwel1), Catra Indra Cahyadi2), M. Fitra Zambak3), Suprianto4)

1) Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Tjut Nyak Dhien, Indonesia

2) Prodi Teknik Listrik Bandara Jurusan Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Medan, Indonesia

3) Prodi Magister Teknik Elektro, Fakultas Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

4) Prodi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Medan

\*Corresponding Email: [fadlan.sir@gmail.com](mailto:fadlan.sir@gmail.com)

### Abstrak

Generator adalah perangkat untuk sumber energi listrik yang penting, sehingga kontinuitas dari operasi generator harus terjaga dan terkontrol dengan baik, pada pengontrolan pentanahan pada generator dapat menggunakan di control dengan perangkat lunak seperti MATLAB dan Memodelan desain sistem pentanahan grid menggunakan LabView 2017, Penentuan pada sistem pentanahan untuk nilai netral generator melalui transformator distribusi, dapat dilakukan melalui dengan perhitungan secara manual. Penggunaan banyak parameter yang dipertimbangkan dalam perhitungan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dan terukur ada kemungkinan terjadinya perhitungan secara berulang. Hal tersebut sangat menyulitkan dan menimbulkan selisih hasil perhitungan yang besar. Oleh sebab itu, sistem komputasi berbasis komputer sangat diperlukan untuk mengatasi masalah seperti ini. Beberapa paper telah mengembangkan perhitungan besarnya pentanahan netral generator yang diperlukan yang mempertimbangkan level tagangan, arus gangguan hubung singkat dan sistem proteksi terhadap gangguan tanah. Paper ini mendiskusikan pemodelan dan simulasi dalam mendesain pentanahan netral generator dengan menggunakan aplikasi LabView 2017. Tujuannya adalah dapat lebih mudah, lebih cepat dan lebih akurat. Sebagai implementasi pemodelan digunakan data dari std C62.92.2TM-2017.

**Kata Kunci:** Pentanahan, Generator, Transformator Distribusi, LabView

### Abstract

The generator is a device for an important source of electrical energy, so the continuity of the generator operation must be maintained and well controlled, in controlling the grounding on the generator can use in control with software such as MATLAB and Modeling the design of the grid grounding system using LabView 2017, Determination of the grounding system for the neutral value of the generator through the distribution transformer, can be done through manual calculation. The use of many parameters considered in the calculation to obtain appropriate and measurable results there is a possibility of repeated calculations. This is very difficult and causes a large difference in calculation results. Therefore, a computer-based computing system is needed to overcome problems like this. Several papers have developed calculations of the amount of generator neutral grounding required that consider the voltage level, short circuit fault current and ground fault protection system. This paper discusses modeling and simulation in designing generator neutral grounding using LabView 2017 application. The goal is to be easier, faster and more accurate. As an implementation of modeling, data from std C62.92.2TM-2017 is used.

**Keywords:** Grounding, Generator, Distribution Transformer, LabView

**How to Cite:** Siregar, M. F., Fitriani, A., Syafriwel, S., Cahyadi, C. I., Zambak, M., & Suprianto, S. (2023). Modeling Of Generator Neutral Ground System Using Labview 2017 Application IEEE std C62.92.2TM. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*, 6(2), 612-620.

## I. PENDAHULUAN

Penelitian terdahulu dalam sistem pentanahan netral generator melalui transformator distribusi menggunakan pentanahan tahanan tinggi (High Resistansi Grounding) untuk membatasi arus gangguan satu fasa ke tanah dengan batasan arus gangguan maksimum dalam 3-25 ampere. Untuk menghindari kecelakaan atau kerugian akibat arus gangguan ke tanah. Sistem pentanahan peralatan adalah pengamanan dengan cara menghubungkan badan peralatan atau instalasi yang diproteksikan dengan hantaran netral yang ditanahkan sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tidak terjadi tegangan sentuh yang tinggi sampai bekerjanya alat pengaman arus lebih (Fu et al., 2019).

Sistem pentanahan netral generator melalui transformator distribusi adalah dimana ujung primer transformator terhubung ke sekunder generator, dan sekunder transformator terhubung ke resistor. Resistor sekunder biasanya di pilih untuk gangguan satu fasa ke tanah di terminal generator, daya hilang resistor sama dengan atau lebih besar dari tegangan volt-ampere reaktif dalam kapasitansi urutan nol dari belitan transformator yang terhubung ke terminal generator, tujuannya adalah apabila terjadi gangguan pada ujung sekunder transformator, gangguan tersebut akan dihilangkan melalui pentanahan tahanan tinggi (High Resistansi Grounding) yang terhubung melalui sekunder transformator (Zhang et al., 2021).

Secara garis besar pentanahan sistem dapat dibedakan menjadi 2, yaitu pentanahan netral dan pentanahan non-netral. Sistem pentanahan netral digunakan pada generator dan transformator. Pentanahan netral dibagi dalam dua kategori diantaranya pentanahan titik netral peralatan dan pentanahan bodi peralatan. Pentanahan sistem merupakan sistem pentanahan dengan titik netral yang ditanahkan, Sistem tersebut sengaja dihubungkan ke tanah, baik itu melalui impedansi maupun secara langsung (solid) untuk menghindari kecelakaan atau kerugian akibat arus gangguan ke tanah. Sistem pentanahan peralatan adalah pengamanan dengan cara menghubungkan badan peralatan atau instalasi yang diproteksikan dengan hantaran netral yang ditanahkan sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tidak terjadi tegangan sentuh yang tinggi sampai bekerjanya alat pengaman arus lebih. (Development & Committee, 2020; Kafshgari et al., 2019).

Generator merupakan komponen yang sangat penting, sehingga kontinuitas dari operasi generator harus terjaga dengan baik, sehingga dapat menggunakan perangkat lunak seperti MATLAB. Pemodelan desain sistem pentanahan grid menggunakan LabView 2017. Analisis konfigurasi sistem pentanahan generator dengan menentukan panjang elektroda pada turbin angin untuk mendapatkan nilai resistivitas tanah yang berbeda-beda menggunakan aplikasi CDEGS. Gangguan satu fasa ke tanah pada generator melalui saluran tegangan menengah pada sistem netral terisolasi menggunakan Program Transien Alternatif (ATP). Pengaruh beban arus urutan nol pada Pentanahan netral generator menggunakan jenis pentanahan tahanan rendah (Low Resistansi Grounding) yang disimulasikan dengan menggunakan program transien electromagnetic program (PSCAD/EMTDC) Bastian et al., 2015; Rizk et al., 2019).

## II. STUDI PUSTAKA

Sistem pentanahan adalah 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 ordinary. 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 regular 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. (Development & Committee, 2020).

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.

Berbagai macam variasi dan tipe pentanahan generator yang dikaitkan dengan konfigurasi sistem generator. Dalam sub-variasi dari berbagai macam sistem pentanahan didiskusikan sehubungan dengan konfigurasi yang biasanya digunakan. Tipe-tipe dan macam-macam variasi pentanahan generator.

### A. Resistansi grounding.

Pentanahan dengan resistansi, netral dari transformator atau generator terhubung ke tanah melalui resistor. Pentanahan resistansi biasa kemungkinan menjadi tinggi atau rendah, perbedaannya didasarkan pada besarnya arus gangguan tanah yang terjadi, Baik pada pentanahan rendah atau pada pentanahan tinggi yang dirancang untuk membatasi tegangan transien hingga 250% dari tegangan sistem (Hill, 1988) (Rizk et al., 2019).

- **Low Resistance Grounding**

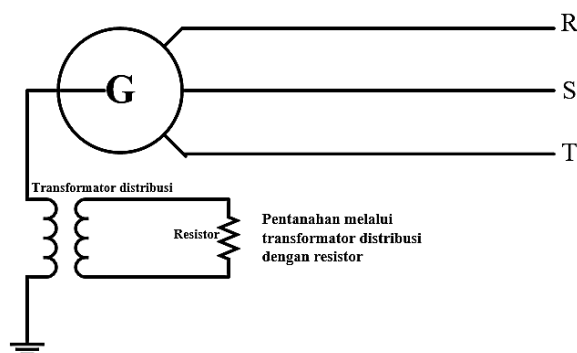
Sistem pentanahan netral dengan resistansi pentanaahan rendah berfungsi untuk melindungi transformator daya dan generator dari arus gangguan satu fasa ke tanah. Pentanahan dengan resistansi rendah generator terhubung ke tanah melalui resistor. Resistor membatasi arus gangguan ke tanah sebesar 200-400A. Pentanahan resistansi rendah dengan arus resistor 100A umumnya diaplikasikan pada sistem industri dengan batas waktu sekitar 10s. sedangkan resistor 400A digunakan dalam sistem distribusi yang menggunakan konduktor overhead

- **High Resistance Grounding**

Pentanahan dengan tahanan pentanahan tinggi biasanya berbentuk resistor nilai ohm rendah yang terhubung ke sekunder transformator distribusi dengan belitan primer transformator yang terhubung dari generator netral ke tanah. Arus melalui primer transformator pentanahan untuk gangguan satu fasa ke tanah pada terminal generator biasanya dibatasi antara 5-15A, tergantung pada ukuran generator dan kapasitas urutan nol untuk pentanahan sirkuit yang beroperasi pada tegangan generator. (Ahmad et al., 2021).

### B. Pentanahan Generator Melalui Transformator Distribusi

Pentanahan dengan menggunakan transformator distribusi dengan nilai tegangan primer sama dengan atau lebih besar dari nilai tegangan line to netral dari generator dengan rating nilai tegangan sekundernya dari 120 V atau 240 V. Transformator distribusi harus memiliki tegangan lebih yang memadai sehingga tidak terjadi gangguan fasa ke tanah dengan mesin dioperasikan pada tegangan awal 105% (Anon, 1974).



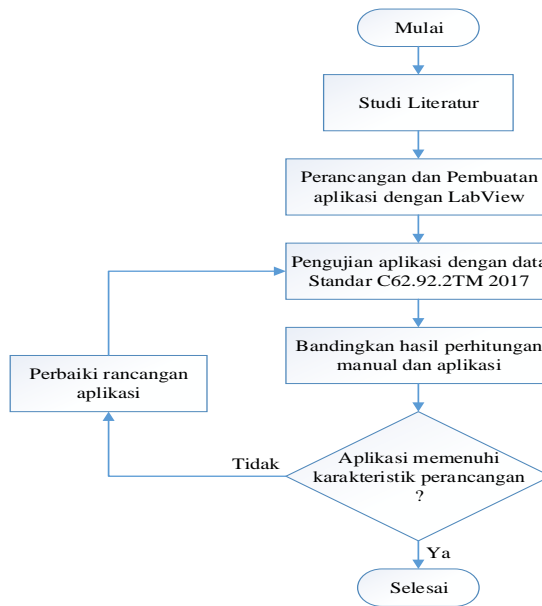
Gambar 1. Pentanahan dengan transformator distribusi

Pentanahan dengan resistansi tinggi membatasi arus gangguan fasa ke tanah dengan nilai maksimum berkisar sekitar 3 – 25 ampere pada posisi primer. Dimana nilai tahanan tanah sangat kecil dan nilai ohmik pada sisi primer menjadi nilai resistansi sangat tinggi. (Konusarov et al., 2019)

## III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan data literatur dan untuk dari pada Pengembangan yang optimal secara digital maka menggunakan aplikasi pada pentanahan netral generator ini dengan menggunakan aplikasi berbasis komputer Labview 2017. Penelitian ini dirancang mengikuti langkah - langkah pendeteksian diantaranya mengidentifikasi dan menyiapkan semua data yang diperlukan dengan data lapangan, formula, konstanta dan data table yang digunakan dan dilakukan pengujian setiap formula dan

opsi yang digunakan dengan data dan standard yang disesuaikan dengan dari std C62.92.2™-2017 . Melakukan perbandingan dengan data sebelumnya dan dilakukan analisa pada pengukuran.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Data Generator

Equipment	Phase Capacitance-To-Ground (Co)
24 KV Generator (CGEN)	0,23 $\mu$ F
Surge Bank (CSB)	0,125 $\mu$ F
Unit Transformator (CTR)	3667 pF
Auxiliaries Transformator (CAUX)	1092 pF
Isolate Phase Bus (CMB)	4413 pF
Voltage Transformer (CVT)	1173 pF

Table 2. Data Tegangan

System Voltage (KV)	Charging Current
480	0,1-2
600	0,1-2
2,400	2-5
4,160	2-5
13,800	5-10

Table 3. Data durasi overload yang diizinkan untuk transformator distribusi

Duration Of Overload	Multiple Of Rated KVA
10 s	10,5
60 s	4,7
10 min	2,6
30 min	1,9
2 h	1,4

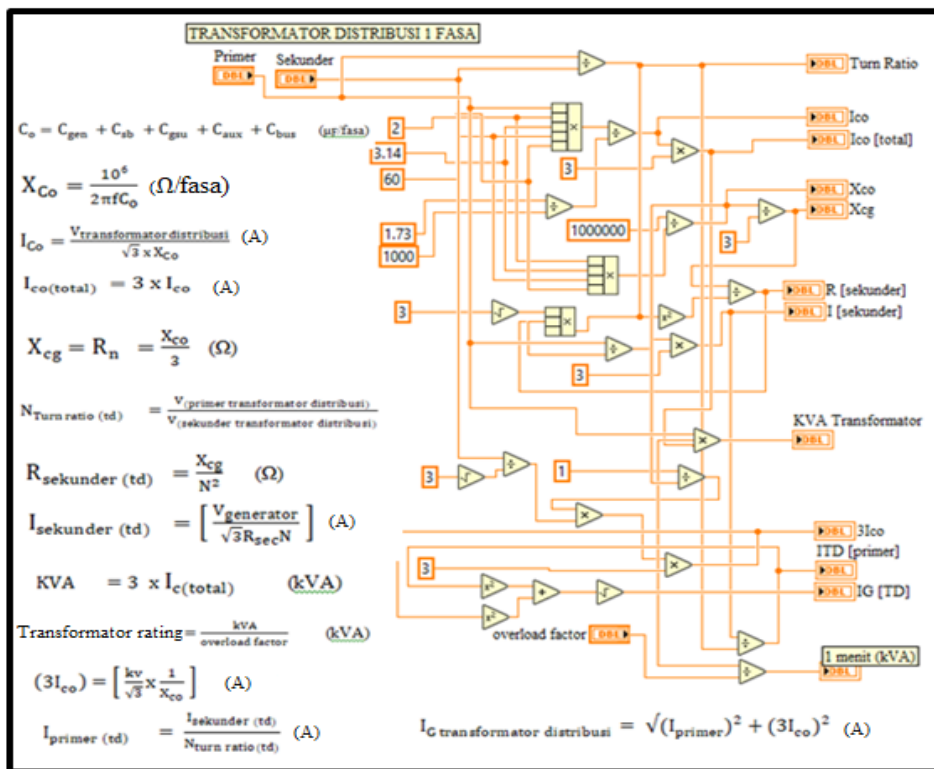
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari desain aplikasi pentanahan netral generator berdasarkan labview 2017 yang ditunjukkan pada tabel 2 dan 3. Proses awal masukkan data yang dibutuhkan untuk menggunakan aplikasi labview ini, kedua sesuaikan pengaturan yang diperlukan. Penyesuaian dilakukan bersamaan dengan proses eksekusi.

Kemudian jalankan program dengan mode run continue. Kemudian periksa semua indikator dan langkah yang masih berantakan.

Data yang digunakan pada sistem pentanahan netral generator untuk perhitungan diambil dari IEEE std. C62.92.2<sup>TM</sup>-2017 pada tabel 1.2.3. Perubahan data atau pengaturan opsi dapat dilakukan saat program sedang dijalankan.

Input data di interface seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, dan disesuaikan dengan opsi yang dibutuhkan. Kemudian jalankan program dengan mode run kontinue dan periksa hasil apakah memenuhi standard yang telah ditentukan atau tidak.



Gambar 3. pemodelan analisis sistem pentanahan netral generator

Ada beberapa langkah pemodelan yang dilakukan dalam mendesain analisis sistem pentanahan netral generator yaitu sebagai berikut :

##### Langkah 1

Langkah pertama yaitu menghitung impedansi kapasitansi total ( $X_{co}$ ) untuk menentukan reaktansi kapasitif ( $X_{cg}$ ) ke tanah dari ke tiga fasa. Kemudian menghitung neutral resistor ( $R_n$ ) dengan menentukan turn ratio ( $N$ ) pada pentanahan melalui transformator untuk dapat menentukan nilai resistor arusnya ( $R_{sec}$ ). Hasil dari aplikasi dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dari data perhitungan IEEE std C62.92.2<sup>TM</sup>2017.

##### Langkah 2

Selama gangguan tanah berlanjut, arus akan mengalir di resistor sekunder, untuk menentukan power rating resistor ( $P_r$ ) pada transformator dan menghitung rating thermal transformator pada posisi tegangan penuh. Pentanahan melalui transformator dapat dinilai dalam waktu yang singkat. Faktor

kelebihan beban pada waktu singkat yang di izinkan untuk transformator distribusi yang digunakan untuk pentanahan netral.

### Langkah 3

Menghitung arus pada sisi primer untuk menghitung dan Membandingkan hasil dari system charging current dengan arus gangguan tanah yang ditulis dalam bentuk  $I_g \geq 3I_{co}$ . Kemudian di bandingkan dengan hasil dari menggunakan aplikasi. Rancangan sistem pentanahan netral generator melalui Tranformator Distribusi. Hasil rancangan dalam bentuk blok diagram.

Hasil validasi data ke dalam aplikasi untuk pentanahan netral generator melalui transformator distribusi ditampilkan dalam bentuk blok diagram.

**JENIS METODE PENTANAHAN NETRAL**

**GENERATOR 3 FASA**

Base KVA: 1450 kVA

Tegangan L-L: 240 V

Tegangan L-L: 0.24 kV

**KAPASITANSI URUTAN NOL GENERATOR**

Cgen: 0.23

Cab: 0.125

Cgsu: 0.003

Caux: 0.001

Cbus: 0.005

Co: 0.364 uf/fasa

**ARUS HUBUNG SINGKAT KE TANAH**

IG/fasa: 2.83E+4 A

IG/3 fasa: 304181 A

**KAPASITIF REAKTANSI GENERATOR**

Xco: 7291 ohm/fasa

Ico: 1.903E+ A/fasa

Ico [total]: 5.71E+9 A

Xcg: 2430 ohm/fasa

R [sekunder]: 0.24303 ohm

I [sekunder]: 570.1 A

KVA Transformator: 136.997 KVA

Turn Ratio: 100

**4, PENTANAHAN MELALUI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI**

ITD [primer]: 5.7 A

3Ico: 0.115 A

IG [TD]: 5.7 A

**DURASI ARUS GANGGUAN**

overload factor: 4.7

1 menit: 29.1482 KVA

Gambar 4. Variable software sistem pentanahan netral generator

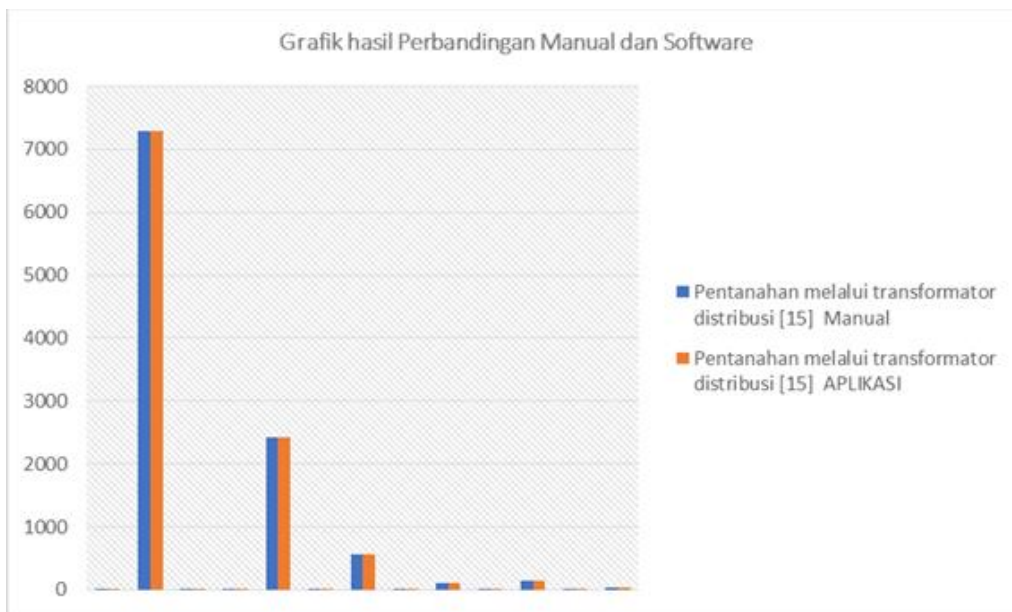
Hasil Perbandingan menggunakan aplikasi dan manual.

Dari tabel 4 dapat di lihat bahwa hasil dari kedua perhitungan menunjukkan hasil serupa dan tidak memiliki perbedaan dan nilai dibawah 1% untuk nilai urutan nol generator, hal ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada data literatur karena pada terdapat nilai pentanahan yang harus di bawah 5 %. Perhitungan melalui aplikasi labview 2017 memiliki kesalahan yang sangat kecil. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi labview 2017 cocok dan akurat digunakan dalam melakukan perhitungan yang rumit tanpa adanya error. Hasil dari perhitungan menggunakan aplikasi dan manual terdapat sedikit perbedaan angka, hal ini disebabkan karna ada pembulatan angka pada aplikasi hingga 6 digit angka.

Table 4. data hasil pengukuran manual dan Software Labview

No	Uraian	Pentanahan melalui transformator distribusi	
		Manual	Labview
1	Kapasitansi urutan nol generator ( $\mu\text{F}/\text{fasa}$ )	0,364	0,364
2	Kapasitansi reaktansi ( $\Omega$ )	7291	7291
3	Arus kapasitif reaktansi (A/fasa)	1,90	1,90
4	Arus kapasitif reaktansi total (A)	5,7	5,7
5	Kapasitif netral reaktansi ( $\Omega/\text{fasa}$ )	2430	2430
6	Tahanan sekunder transformator ( $\Omega$ )	0,2430	0,2430
7	Arus sekunder transformator (A)	570	570
8	Arus primer transformator (A)	5,7	5,7
9	Rasio belitan transformator	100	100
10	Arus pengisian sistem (A)	0,115	0,115
11	Kapasitas transformator (kVA)	136,9	136,9
12	Arus gangguan ke tanah (A)	5,70	5,70
13	Rating transformator (S) kVA	29,1	29,1

Dari table 4 data hasil perbandingan manual dan menggunakan software labview dapat di lihat pada gambar grafik 4. Dengan nilai yang tidak ada perbedaan.



Gambar 5. Gambar Perbandingan Manual dan Software

## V. KESIMPULAN

Desain pentanahan netral generator melalui transformator distribusi menggunakan aplikasi mendapatkan nilai yang tidak ada perbedaan pada penggunaannya lebih mudah, lebih cepat dan lebih akurat dengan menghitung data yang dibutuhkan. Perhitungan menggunakan aplikasi lebih mudah dalam mengeksekusi dan mengubah data meskipun mode eksekusi sedang dijalankan. Aplikasi ini bisa digunakan sebagai instrument penelitian untuk sistem analisis pentanahan netral peralatan yang lebih luas lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bastian, M. B., Carman, W. D., & Woodhouse, D. J. (2015). Real-time monitoring of substation ground potential rise and grounding system impedance using power system faults. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 51(6). <https://doi.org/10.1109/TIA.2015.2425361>
- Development, E., & Committee, P. G. (2020). *IEEE Guide for Solar Power Plant Grounding for Personnel Protection*. IEEE Std 2778-2020.
- Fu, Z., Wang, X., Wang, Q., Xu, X., Fu, N., & Qin, S. (2019). Advances and challenges of corrosion and topology detection of grounding grid. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/app9112290>
- Kafshgari, N. A., Ramezani, N., & Nouri, H. (2019). Effects of high frequency modeling & grounding system parameters on transient recovery voltage across vacuum circuit breakers for capacitor switching in wind power plants. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.06.046>
- Rizk, M. E. M., Lehtonen, M., Baba, Y., & Abulanwar, S. (2019). Performance of large-scale grounding systems in thermal power plants against lightning strikes to nearby transmission towers. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 61(2). <https://doi.org/10.1109/TEMC.2018.2831700>
- Zhang, C., Liao, Y., Gao, X., Zhao, J., Yuan, Y., & Liao, R. (2021). Research advances of soil corrosion of grounding grids. *Micromachines*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/mi12050513>
- Ahmad, R., Kassas, M., Ahmed, C. B., Khan, F., Khan, S., Jamal, A., & Ullah, I. (2021). Application of mineral compounds for a high-voltage portable grounding system: An experimental study. *Electronics (Switzerland)*, 10(16). <https://doi.org/10.3390/electronics10162043>
- Anon. (1974). *IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR GROUNDING OF INDUSTRIAL AND COMMERCIAL POWER SYSTEMS*. ANSI Stand.
- Development, E., & Committee, P. G. (2020). *IEEE Guide for Solar Power Plant Grounding for Personnel Protection*. IEEE Std 2778-2020.
- Hill, H. W. (1988). Mine Power-System Grounding Research. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 24(5). <https://doi.org/10.1109/28.8989>
- El-Sherif, N., & Kennedy, S. P. (2020). A Design Guide to Neutral Grounding of Industrial Power Systems: Part 2: Supplementary Topics. *IEEE Industry Applications Magazine*, 26(5). <https://doi.org/10.1109/MIAS.2020.2982485>
- Farkoush, S. G., Khurshaid, T., Wadood, A., Kim, C. H., Kharal, K. H., Kim, K. H., Cho, N., & Rhee, S. B. (2018). Investigation and optimization of grounding grid based on lightning response by using ATP-EMTP and genetic algorithm. *Complexity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8261413>
- Hill, H. W. (1988). Mine Power-System Grounding Research. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 24(5). <https://doi.org/10.1109/28.8989>
- Jacob, D., & Nithiyanthan, K. (2008). Effective Methods for Power Systems Grounding. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 5(1).
- Neamt, L., Matei, O., & Chiver, O. (2017). Finite Element Method Combined with Neural Networks for Power System Grounding Investigation. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(2). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.080225>
- Nikolovski, S. N., Baus, Z., & Knežević, G. (2016). Frequency and time response of power plant grounding system exposed to lightning strike. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(2). <https://doi.org/10.11591/ijece.v6i2.9356>
- Permal, N., Osman, M., Kadir, M. Z. A. A., & Ariffin, A. M. (2020). Review of Substation Grounding System Behavior under High Frequency and Transient Faults in Uniform Soil. *IEEE Access*, 8. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3013657>
- Rizk, M. E. M., Lehtonen, M., Baba, Y., & Abulanwar, S. (2019). Performance of large-scale grounding systems in thermal power plants against lightning strikes to nearby transmission towers. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 61(2). <https://doi.org/10.1109/TEMC.2018.2831700>
- Saleh, S., Al-Durra, A., & Ahshan, R. (2020). On the Ground Potentials and Grounding Circuits of Transformerless Grid-Connected Multilevel Power Electronic Converters. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 56(6). <https://doi.org/10.1109/TIA.2020.3020534>



- Syafruddin, R., Herawati, Y. S., Ramady, G. D., Hidayat, W., Lestari, N. S., & Anung. (2021). Transient Voltage Programming in Electric Power Grounding System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1783(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012075>
- Nikolovski, S. N., Baus, Z., & Knežević, G. (2016). Frequency and time response of power plant grounding system exposed to lightning strike. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(2). <https://doi.org/10.11591/ijece.v6i2.9356>
- Paul, D. (2002b). DC traction power system grounding. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 38(3). <https://doi.org/10.1109/TIA.2002.1003435>
- Salam, M. A., Yazdani, M. G., Rahman, Q. M., Nurul, D., Mei, S. F., & Hasan, S. (2019). Investigation of wind energy potentials in Brunei Darussalam. *Frontiers in Energy*, 13(4). <https://doi.org/10.1007/s11708-018-0528-4>
- Salam, Md. A., & Rahman, Q. M. (2016). Power Analysis (pp. 1–47). [https://doi.org/10.1007/978-981-10-0446-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0446-9_1)