

# PENTANAHAN SISTEM TENAGA DENGAN GROUND PLATES, GROUND RING DAN EFFECTIVE GROUNDING

Michael Fritz Immanuel. S<sup>1\*</sup>, Desman Jonto Sinaga<sup>2\*</sup>, Dian Putra Saragi<sup>3</sup>, Muhammad Ashari<sup>4</sup>, Selly Annisa Binti Zulkarnain<sup>5</sup>, Saras Pratama<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Elektro, Universitas Negeri Medan; Jalan Willem Iskandar Psr.V - Kotak Pos No.1589 - Medan 20221

<sup>5</sup>Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Medan; Jalan Willem Iskandar Psr.V - Kotak Pos No.1589 - Medan 20221

<sup>6</sup>Pendidikan Teknologi Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Medan; Jalan Willem Iskandar Psr.V - Kotak Pos No.1589 - Medan 20221

## Keywords:

*Pentanahan Sistem Tenaga, Ground Plates, Ground Ring, Effective Grounding*

## Correspondent Email:

michaelstmt@gmail.com



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

**Abstrak.** Pentanahan sistem tenaga bagian penting membatasi tegangan lebih, serta melindungi peralatan dari kerusakan akibat gangguan arus maupun tegangan. Penelitian ini bertujuan menerapkan sistem pentanahan ground plates, ground ring, dan effective grounding. Metode penelitian dilakukan di dua jenis media tanah, yaitu di tanah liat dan pasir basah menggunakan perhitungan di tahanan elektroda plat, elektroda pita bentuk bulat, serta gabungan keduanya. Hasil penelitian menunjukkan nilai tahanan gabungan pada tanah liat sebesar 13,93 ohm, 27,92 ohm sedangkan pada pasir basah sebesar 27,8 ohm, 55,86 ohm. Hasil menunjukkan jenis tanah sangat memengaruhi nilai tahanan pentanahan, di mana memberikan nilai tahanan yang lebih kecil dibandingkan pasir basah maka dapat meningkatkan perlindungan sistem di listrik.

**Abstract.** *Power system grounding is an important part of limiting overvoltage, as well as protecting equipment from damage due to current and voltage disturbances. This study aims to implement a grounding system of ground plates, ground rings, and effective grounding. The research method was carried out in two types of soil media, namely in clay and wet sand using calculations on the resistance of plate electrodes, round-shaped ribbon electrodes, and a combination of both. The results showed the combined resistance value in clay was 13.93 ohms, 27.92 ohms while in wet sand it was 27.8 ohms, 55.86 ohms. The results showed that the type of soil greatly affects the value of grounding resistance, where providing a smaller resistance value than wet sand can increase the protection of the electrical system.*

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya pentanahan sistem tenaga atau biasa disebut sebagai grounding adalah sistem pentanahan untuk keamanan atau pengamanan untuk menghindari kerusakan peralatan dan meneruskan pasokan listrik ke konsumen [1]. Sistem pentanahan menjadi salah satu unsur penting agar sistem kelistrikan tidak

mengalami kerusakan. Kegunaan dari adanya pentanahan adalah menciptakan jalur yang low-impedance (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan tegangan transien atau sentakan listrik dari penyaklaran. Sistem pembumian menggunakan suatu penyalur, memiliki fungsi mengalirkan arus berlebih di sistem pembumian sehingga mencegah kerusakan sistem. Untuk

meminimalkan risiko induksi dan side-flash, pemasangan konduktor dianjurkan melalui jalur paling pendek dan tegak lurus dari atas ke tanah [2]. Pentanahan dapat mengatur tegangan lebih transien, membatasi arus berlebih pada sistem kelistrikan. Grounding atau suatu sistem pentanahan merupakan komponen penting dalam jaringan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan arus gangguan ke tanah [3]. Untuk memperkecil efek dari sentakan listrik tersebut adalah dengan menggunakan sistem pentanahan. Beberapa sistem pentanahan yang digunakan adalah pentanahan netral dari suatu sistem tenaga listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang yang memakai listrik seperti pada bidang telekomunikasi dan elektronik. Sistem pentanahan adalah jaringan konduktor yang menghubungkan sistem, selubung peralatan di sistem pembumian [4]. Dibutuhkan perhatian yang serius yang pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk mengamankan sistem yang memakai listrik. Fungsi pentanahan adalah untuk mengalirkan arus gangguan kedalam tanah yang dimana, sudah ada elektroda yang ditanam dalam tanah [5]. Penerapan dari sistem pentanahan dapat beragam. Suatu penyalur berfungsi mengalirkan arus dari sistem tenaga listrik menuju sistem pembumian [6]. Penyalur merupakan sistem pembumian sehingga dapat diganti menggunakan sistem pembumian atau suatu pentanahan. Disamping itu, elektroda berfungsi juga sebagai pengaman dari bahaya listrik. Tujuan dari sistem pentanahan adalah menjaga keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal [7]. Suatu sengatan sentuh atau sengatan langkah dapat merusak sistem kelistrikan. Sistem pembumian menjamin kerja peralatan listrik atau elektronik, mencegah kerusakan peralatan listrik atau elektronik dan menyalurkan energi dari suatu sambaran yang berasal dari petir untuk dialirkan ke tanah dan menstabilkan tegangan agar memperkecil kemungkinan terjadinya flashover. Metode yang

digunakan adalah pentanahan titik netral untuk jaringan sistem kelistrikan [8].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

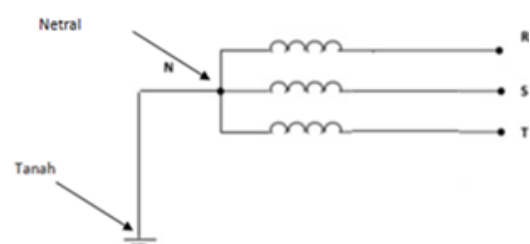
### 2.1. Sistem Pentanahan Titik Netral Pada Pentanahan Sistem Tenaga

Sistem Pentanahan Titik Netral Pada Pentanahan Sistem Tenaga adalah suatu metode pentanahan yang dilakukan pada titik netral dengan menghubungkan titik netral ke tanah [9]. Beberapa karakteristik sistem pentanahan, yaitu terencana dengan baik yang dimana semua yang dihubungkan harus terhubung sesuai dengan yang sudah direncanakan sebelumnya dengan cara-cara tertentu, menghindarkan gangguan yang terjadi pada arus listrik dari perangkat [10]. Semua komponen metal harus dihubungkan atau diikat oleh sistem pentanahan dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif saat adanya potensial listrik [11]. Tahanan dari elektroda bergantung pada jenis tanah agar mencegah sengatan listrik. Ada juga syarat sistem pentanahan yang efektif yaitu membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan dengan menggunakan rangkaian yang nantinya akan efektif saat digunakan [12]. Sistem pembumian dapat menghentikan gangguan berulang yang salah satunya yang berasal dari sistem kelistrikan, menggunakan bahan tahan korosi.

Pentanahan pada jaringan di sistem kelistrikan juga diperlukan supaya tidak terjadi gangguan kelistrikan di insiden atau terjadi kabel putus [13].

### 2.2. Effective Grounding

Effective Grounding adalah jenis pentanahan yang dimana titik netralnya dihubungkan langsung ke tanah [14]. Sistem pentanahan langsung tidak memiliki atau tanpa adanya nilai suatu impedansi. Sistem pentanahan titik netral dapat digambarkan digambar (1) sebagai berikut :

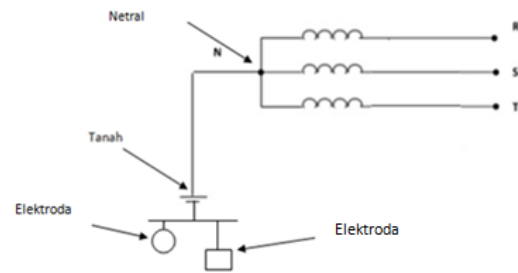


Gambar 1. Pentanahan Dengan Effective Grounding

### 3. PEMASANGAN PENTANAHAN SISTEM TENAGA DENGAN GROUND PLATES, GROUND RING DAN EFFECTIVE GROUNDING

Pemasangan pentanahan sistem tenaga dengan ground plates yang berbentuk plat.

Pemasangan pentanahan dilakukan dengan cara ditanam cukup dalam yang berbahan dari tembaga dengan spesifikasi ukuran panjang sekitar 1 meter sampai 2 meter dengan lebar sekitar 30 sentimeter sampai 100 sentimeter lalu memiliki tebal sekitar 2 millimeter sampai 3 millimeter. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil [15]. Pentanahan pentanahan sistem tenaga dengan ground ring yang berbentuk bulat adalah pentanahan yang dilakukan dengan cara ditanam tidak terlalu dalam yang berbahan dari tembaga dengan spesifikasi ukuran diameter sekitar 2 millimeter sampai 7 millimeter dengan panjang sekitar 5 millimeter sampai 10 millimeter [16]. Effective grounding adalah sistem pentanahan yang dilakukan dengan cara menghubungkan titik netral ke tanah. Pada pemasangan pentanahan sistem tenaga dengan ground plates, ground ring dan effective grounding, dilakukan dengan cara menghubungkan titik netral ke elektroda yang dimana elektroda tersebut sudah ditanam di dalam tanah lalu elektroda sudah diparalelkan kemudian elektroda ditanam dengan ketinggian yang berbeda. Setelah itu, gangguan pada sistem kelistrikan akan mengalir ke elektroda yang telah ditanam sehingga elektroda akan mengamankan titik netral yang telah terhubung dengan elektroda agar tidak menimbulkan kerusakan pada sistem kelistrikan [17]. Adapun pentanahannya di gambar (2) sebagai berikut :



Gambar 2. Pentanahan Dengan Ground Plates, Ground Ring dan Effective Grounding

### 4. HASIL PENGOPERASIAN

Pentanahan sistem tenaga dalam suatu sistem kelistrikan dapat dilakukan.

Pentanahan dapat dihitung menggunakan rumus pentanahan pada titik netral dengan menggunakan dua elektroda yang dimana elektroda tersebut ditanam di tanah dengan kedalaman yang berbeda, kemudian elektroda akan bekerja untuk mengamankan sistem kelistrikan dari gangguan [7]. Adapun rumus yang dipakai pada pentanahan ini untuk menghitung nilai dari suatu tahanan plat dengan menggunakan persamaan (1) yaitu :

$$R_p = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left( \ln \frac{8W_p}{0,5 W_p + T_p} - 1 \right) \quad (1)$$

Dimana :

$\rho$  = Tahanan Tanah Rata-rata (ohm-m)

$R_p$  = Nilai Tahanan ke Tanah (ohm)

$L_p$  = Panjang Pelat (m)

$W_p$  = Lebar Pelat (m)

$T_p$  = Tebal Pelat (m)

Lalu rumus yang dipakai pada pentanahan ini untuk menghitung nilai dari suatu tahanan pita yang berbentuk bulat dengan menggunakan persamaan (2) yaitu :

$$R_r = \frac{\rho}{\pi L} \left( \ln \frac{2L}{d} \right) \quad (2)$$

Dimana :

$\rho$  = Tahanan Tanah Rata-rata (ohm-m)

$R_r$  = Nilai Tahanan ke Tanah (ohm)

$L$  = Panjang Elektroda Pita (m)

$d$  = Kedalaman pita yang tertanam yang berbentuk bulat (m)

Kemudian rumus yang dipakai pada pentanahan ini untuk menghitung nilai dari suatu penilaian

tahanan keseluruhan dengan menggunakan persamaan (3) yaitu :

$$\frac{1}{RpG} = \frac{1}{Rp} + \frac{1}{Rr} \quad (3)$$

Dimana

RpG = Nilai Tahanan Keseluruhan (ohm)

R1 = Tahanan pada elektroda 1 (ohm)

R2 = Tahanan pada elektroda 2 (ohm)

Pada perhitungan ini, diambil nilai tahanan tanah dari tanah liat dan pasir basah yang nilai tahanan tanah rata-rata adalah 100 ohm-meter dan 200 ohm-meter. Perhitungan nilai tahanan dari elektroda plat menggunakan persamaan (1), yaitu :

1A. Nilai Rp saat  $\rho_1 = 100$  ohm-m, ukuran

Wp = 0,3 m, Lp = 2 m dan Tp = 0,002 m

$$Rpa = \frac{\rho}{2\pi.Lp} \left( \ln \frac{8Wp}{0,5 Wp + Tp} - 1 \right)$$

$$Rpa = \frac{100}{2\pi.2} \left( \ln \frac{8.0,3}{0,5.0,3 + 0,002} - 1 \right)$$

$$Rpa = (7,96) (2,75-1)$$

$$Rpa = 13,93 \text{ ohm}$$

1B. Nilai Rp saat  $\rho_1 = 100$  ohm-m, ukuran

Wp = 0,4 m, Lp = 2 m dan Tp = 0,0025 m

$$Rpb = \frac{\rho}{2\pi.Lp} \left( \ln \frac{8Wp}{0,5 Wp + Tp} - 1 \right)$$

$$Rpb = \frac{100}{2\pi.2} \left( \ln \frac{8.0,4}{0,5.0,4 + 0,0025} - 1 \right)$$

$$Rpb = (7,96) (2,76-1)$$

$$Rpb = 14 \text{ ohm}$$

1C. Nilai Rp saat  $\rho_2 = 200$  ohm-m, ukuran

Wp = 0,3 m, Lp = 2 m dan Tp = 0,002 m

$$Rpc = \frac{\rho}{2\pi.Lp} \left( \ln \frac{8Wp}{0,5 Wp + Tp} - 1 \right)$$

$$Rpc = \frac{200}{2\pi.2} \left( \ln \frac{8.0,3}{0,5.0,3 + 0,002} - 1 \right)$$

$$Rpc = (15,92) (2,75-1)$$

$$Rpc = 27,86 \text{ ohm}$$

1D. Nilai Rp saat  $\rho_2 = 200$  ohm-m, ukuran

Wp = 0,4 m, Lp = 2 m dan Tp = 0,0025 m

$$Rpd = \frac{\rho}{2\pi.Lp} \left( \ln \frac{8Wp}{0,5 Wp + Tp} - 1 \right)$$

$$Rpd = \frac{200}{2\pi.2} \left( \ln \frac{8.0,4}{0,5.0,4 + 0,0025} - 1 \right)$$

$$Rpd = (15,92) (2,76-1)$$

$$Rpd = 28,01 \text{ ohm}$$

Perhitungan nilai tahanan dari elektroda pita yang berbentuk bulat menggunakan persamaan (2), yaitu :

2A. Nilai Rr saat  $\rho_1 = 100$  ohm-m, ukuran

L = 0,006 m dan d = 0,003 m

$$Rra = \frac{\rho}{\pi.L} \left( \ln \frac{2L}{d} \right)$$

$$Rra = \frac{100}{\pi.0,006} \left( \ln \frac{2.0,006}{0,003} \right)$$

$$Rra = (5307,8) (1,38)$$

$$Rra = 7324,7 \text{ ohm}$$

2B. Nilai Rr saat  $\rho_1 = 100$  ohm-m, ukuran

L = 0,008 m dan d = 0,005 m

$$Rrb = \frac{\rho}{\pi.L} \left( \ln \frac{2L}{d} \right)$$

$$Rrb = \frac{100}{\pi.0,008} \left( \ln \frac{2.0,008}{0,005} \right)$$

$$Rrb = (3980,8) (1,16)$$

$$Rrb = 4617,7 \text{ ohm}$$

2C. Nilai Rr saat  $\rho_2 = 200$  ohm-m, ukuran

L = 0,006 m dan d = 0,003 m

$$Rrc = \frac{\rho}{\pi.L} \left( \ln \frac{2L}{d} \right)$$

$$Rrc = \frac{200}{\pi.0,006} \left( \ln \frac{2.0,006}{0,003} \right)$$

$$R_{rc} = (10615,7) (1,38)$$

$$R_{rc} = 14649,7 \text{ ohm}$$

2D. Nilai  $R_r$  saat  $\rho_2 = 200 \text{ ohm-m}$ , ukuran

$$L = 0,008 \text{ m dan } d = 0,005 \text{ m}$$

$$R_{rd} = \frac{\rho}{\pi \cdot L} \left( \ln \frac{2L}{d} \right)$$

$$R_{rd} = \frac{200}{\pi \cdot 0,008} \left( \ln \frac{2 \cdot 0,008}{0,005} \right)$$

$$R_{rd} = (17961,7) (1,16)$$

$$R_{rd} = 9235,5 \text{ ohm}$$

Perhitungan nilai tahanan gabungan menggunakan persamaan (3), yaitu :

3A. Nilai  $R_{pa} = 13,93 \text{ ohm}$  dan  $R_{ra} = 7324,7 \text{ ohm}$

$$\frac{1}{R_{pGA}} = \frac{1}{R_{pa}} + \frac{1}{R_{ra}}$$

$$\frac{1}{R_{pGA}} = \frac{1}{13,93} + \frac{1}{7324,7}$$

$$\frac{1}{R_{pGA}} = \frac{7324,7 + 13,93}{102033}$$

$$\frac{1}{R_{pGA}} = \frac{7338,63}{102033}$$

$$R_{pGA} = \frac{102033}{7338,63}$$

$$R_{pGA} = 13,9 \text{ ohm}$$

3B. Nilai  $R_{pb} = 14 \text{ ohm}$  dan  $R_{rb} = 4617,7 \text{ ohm}$

$$\frac{1}{R_{pGB}} = \frac{1}{R_{pb}} + \frac{1}{R_{rb}}$$

$$\frac{1}{R_{pGB}} = \frac{1}{14} + \frac{1}{4617,7}$$

$$\frac{1}{R_{pGB}} = \frac{4617,7 + 14}{129341,7}$$

$$\frac{1}{R_{pGB}} = \frac{4631,7}{129341,7}$$

$$R_{pGB} = \frac{129341,7}{4631,7}$$

$$R_{pGB} = 27,92 \text{ ohm}$$

3C. Nilai  $R_{pc} = 27,86 \text{ ohm}$  dan

$$R_{rc} = 14649,7 \text{ ohm}$$

$$\frac{1}{R_{pGC}} = \frac{1}{R_{pa}} + \frac{1}{R_{ra}}$$

$$\frac{1}{R_{pGC}} = \frac{1}{27,86} + \frac{1}{14649,7}$$

$$\frac{1}{R_{pGC}} = \frac{14649,7 + 27,86}{408140,6}$$

$$\frac{1}{R_{pGC}} = \frac{14677,56}{408140,6}$$

$$R_{pGC} = \frac{408140,6}{14677,56}$$

$$R_{pGC} = 27,8 \text{ ohm}$$

3D. Nilai  $R_{pd} = 28,01 \text{ ohm}$  dan

$$R_{rd} = 9235,5 \text{ ohm}$$

$$\frac{1}{R_{pGD}} = \frac{1}{R_{pd}} + \frac{1}{R_{rd}}$$

$$\frac{1}{R_{pGD}} = \frac{1}{28,01} + \frac{1}{9235,5}$$

$$\frac{1}{R_{pGD}} = \frac{9235,5 + 28,01}{517465}$$

$$\frac{1}{R_{pGD}} = \frac{9263,51}{517465}$$

$$R_{pGD} = \frac{517465}{9263,51}$$

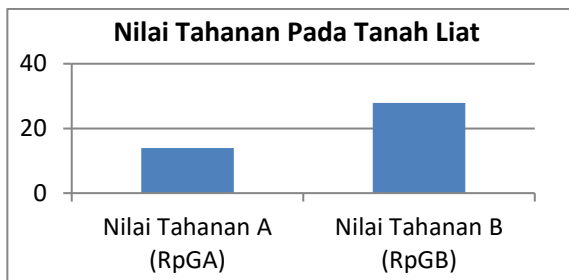
$$R_{pGD} = 55,86 \text{ ohm}$$

Kemudian data yang diperoleh dari perhitungan, dapat dibuat dalam tabel di bawah :

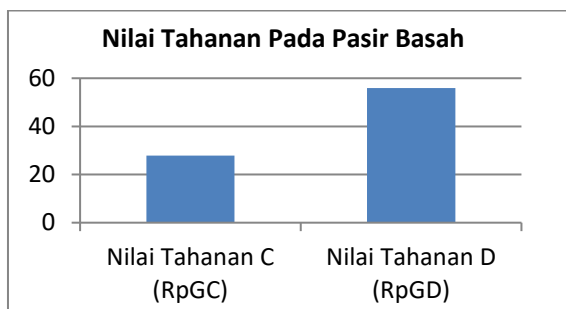
Tabel 1. Tabel dari hasil perhitungan

Tahanan pada $\rho_1 = 100 \text{ ohm-meter}$ (Tanah liat)	Tahanan pada $\rho_2 = 200 \text{ ohm-meter}$ (Pasir basah)
$R_{pGA} = 13,93 \text{ ohm}$	$R_{pGC} = 27,8 \text{ ohm}$
$R_{pGB} = 27,92 \text{ ohm}$	$R_{pGD} = 55,86 \text{ ohm}$

Untuk menunjukkan perbedaan antara nilai tahanan pada tanah liat dan pasir basah, dapat menggunakan grafik di gambar (3), di gambar (4) sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik nilai tahanan pada tanah liat



Gambar 4. Grafik nilai tahanan pada pasir basah

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan dapat diambil kesimpulan beberapa hal berikut :

- Pentanahan sistem tenaga di sistem kelistrikan dilakukan menggunakan pentanahan langsung dan elektroda.
- Pemasangan dari pentanahan langsung dan elektroda bergantung di ukuran elektroda dan jenis tanah. Apabila ukuran elektroda semakin bertambah maka nilai tahanan semakin besar
- Dijenis tanah pada tanah liat memiliki nilai tahanan yang lebih kecil dari pasir basah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengapresiasi kemudian mengucapkan terima kasih pada pihak-pihak yang memberi semangat, dukungan di penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Rittong & S. Sirisumrannukul, "Assesment of Voltage Sag and Temporary Overvoltage for Neutral Grounding Resistance in Distribution System". IEEE

PES GTD Grand International Conference and Exposition Asia (GTD Asia). 2019

- [2] Muhammad Maftuh Rizky Affandy, Ahmad Kosasih, Suse Lamtiar, "Rancangan Penyalur Petir Tipe Elektrostatis Di Gedung Terminal Kedatangan Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang". Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan Lampung. 2025
- [3] Muhammad Wildan Sani, Gunawan, "Optimasi Keandalan Tower Sutet 500 kV Dengan Multi Direct Grounding Terhadap Gangguan Petir". Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan Lampung. 2025
- [4] Hendra Firmando, Dasrinal Tessel & Abdul Manah "Perancangan Sistem Proteksi Petir Eksternal Di Gedung B Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi". Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan Lampung. 2024
- [5] Rahim Jafari, Mital Kanabar, Tarlochan S. Sidhu & Iliia Voloh, "A Continuous Monitoring for Neutral Grounding Resistors and Reactors With Hardware Validation". IEEE Transactions on Power Delivery, 2019
- [6] Dongjie Xu, Wenze Liu & Zeyu Zou, "Research on Line Selection for Switch-type Arc Suppression Devices in Ungrounded Neutral Systems". International Conference on Power System Technology (POWERCON). 2018
- [7] Frank Kulor, Elisha D. Markus & Wellington M. Apprey, "A Heuristic Approach to Effective Grounding in Africa". International Conference on the Domestic Use of Energy (DUE). 2018
- [8] Li Tianyou, Huang Chaoyi & Bin Wang, "The Research and Demonstration Application of High-Impedance Faults Diagnosis Approach in Small Current Neutral Grounding System". China International Conference on Electricity Distribution (CICED). 2018
- [9] Kazuo Yamamoto, Shinichi Sumi, Shozo Sekioka & Jinliang He, "Derivations of Effective Length Formula of Vertical Grounding Rods and Horizontal Grounding Electrodes Based on Physical Phenomena of Lightning Surge Propagations". IEEE Transactions on Industry Applications. 2015
- [10] Hong Wang, "Study on The Neutral Resistance Grounding Technology for Power Distribution System". International Conference on Advanced Power System Automation and Protection. 2011
- [11] David Brown, David Harrold & Roger Hope "Control System Power and Grounding". Amsterdam : Newnes. 2004
- [12] Rong Zeng, Bo Zhang, Jinliang He, "Methodology and Technology for Power System Grounding", Wiley Publishers, New Jersey, 2012
- [13] David R. Stockin, "NEC 2014 Grounding and Earthing Handbook", McGraw Hill, New York, 2014
- [14] Meliopoulos, A.P. Sakis, "Power System Grounding and Transients", Marcel Dekker, Inc., New York,

1988

- [15] Quazzi M. Rahman, Md. Abdus Salam, "Power System Grounding", Springer, Germany, 2016
- [16] Gregory P. Bierals, "Grounding Electrical Distribution Systems", River Publishers, Denmark, 2022
- [17] Elya B. Joffe, Kai-Sang Lock, "Grounds for Grounding", Willey-IEEE Press, New Jersey, 2023