

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO (SNTE) 2021

Swiss-Belresort Dago Heritage, Bandung, 22 Oktober 2021

Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE 2021) ini diselenggarakan dalam rangkaian acara **Temu Nasional Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) ke-15**, oleh Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Universitas Katolik Parahyangan bersama dengan Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

Tema utama seminar ini adalah **"Pengembangan Aplikasi Teknologi Teknik Elektro untuk Era Baru"**.



UNIVERSITAS  
KATOLIK  
PARAHYANGAN



uIN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUNAN GUNUNG DJATI  
BANDUNG

ISBN 978-623-7879-37-4



9 786237 879374

UNPAR  
PRESS

# **PROSIDING**

## **Seminar Nasional Teknik Elektro**

### **2021**

*Pengembangan Aplikasi Teknologi Teknik Elektro  
untuk Era Baru*

Hotel Swiss-Belresort Dago Heritage  
Bandung, 22 Oktober 2021



**2022**

## **PROSIDING**

# **Seminar Nasional Teknik Elektro 2021**

### ***Pengembangan Aplikasi Teknologi Teknik Elektro untuk Era Baru***

#### **PANITIA PELAKSANA (*Organizing Committee*)**

Ketua Pelaksana	: Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.
Wakil Ketua Pelaksana	: Dr. Rina Mardiaty, S.T., M.T.
Sekretaris	: Faisal Wahab, S.Pd., M.T.
Bendahara	: Triana Mugia Rahayu, S.T., M.Sc.
Acara	: Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D. &
Akomodasi & peralatan	: Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.
Publikasi & Website	: Jonathan Chandra, S.T.
Sekretariat	: Agus Purnomo, S.T.

#### **PANITIA PENGARAH (*Steering Committee*)**

Prof. Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.  
Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D.  
Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc., IPM  
Dr. Thedy Yogasara, ST, M.EngSc.  
Dr. Ir. Bagus Made Arthaya, M.Eng.  
Dr.Ir. Aries Subiantoro, M.SEE.  
Dr. Ir. Dian Retno Sawitri, M.T

#### **PENGULAS (*Reviewer*)**

1. Arsyad R. Darlis, S.T., M.T. – ITENAS
2. Dr. Asep Najmurokhman, S.T., M.T. – UNJANI
3. Dr. Ir. Bagus Made Arthaya, M.Eng. – UNPAR
4. Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.- UNPAR
5. Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D. – ITS
6. Faisal Wahab, S.Pd., M.T. – UNPAR
7. Helmy Rahadian, S.T., M.Eng. – UDINUS
8. Levin Halim, S.T., M.T. – UNPAR
9. Triana M. Rahayu, S.T., M.Sc. – UNPAR
10. Tua A. Tamba, S.T., M.Sc., Ph.D. – UNPAR
11. Dr. Waluyo, S.T., M.T. – ITENAS

#### **DEWAN EDITORIAL (*Editorial Board*)**

1. Lia Kamelia, S.Pd., M.T. - UIN SGD
2. Nanang Ismail, S.T., M.T. - UIN SGD
3. Nico Saputro, Ph.D. – UNPAR
4. Dr. Rina Mardiaty - UIN SGD
5. Dr. Rini Nur Hasanah – UB

**EDITOR**

1. Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.
2. Jonathan Chandra, S.T.

**SETTING/ LAYOUT**

Tim Unpar Press

**Desain Halaman Muka:**

Pucuk merah (*Syzygium myrtifolium*) - Ali Sadiyoko

**ISBN:** 978-623-7879-37-4

**Penerbit:**

Unpar Press

Jl. Ciumbuleuit no. 100, Bandung 40141

unparpress@unpar.ac.id

Cetakan pertama: 2022

Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia

Universitas Katolik Parahyangan

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati

Hak Cipta © Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga atas berkat dan rahmat-Nya, maka kegiatan Seminar Nasional Teknik Elektro tahun 2021 (SNTE 2021) ini dapat terlaksana. Kegiatan ini dilaksanakan dalam rangkaian Temu Nasional Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) ke-15 pada tahun ini. Kegiatan ini dilaksanakan secara daring dari kota Bandung.

Diharapkan, acara SNTE 2021 ini dapat menjadi salah satu ajang diseminasi hasil-hasil penelitian dari berbagai cabang konsentrasi ilmu di dalam rumpun Teknik Elektro di Indonesia. Dengan demikian, selain menjadi sarana untuk tukar menukar informasi dan pengetahuan antar peneliti, seminar ini dapat menjadi awal bagi terjadinya kolaborasi di dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan kemungkinan kegiatan lainnya antar peserta/ perguruan tinggi. Selain itu, kegiatan seminar ini diharapkan dapat mendorong perbaikan kualitas penelitian perguruan tinggi peserta termasuk peningkatan luaran berupa karya tulis, dan kekayaan intelektual serta peningkatan dampak kegiatan penelitian ini bagi masyarakat.

Pelaksanaan kegiatan SNTE 2021 ini dirasakan menjadi sangat berbeda bukan hanya karena penyelenggaraannya yang dilakukan secara tatap maya (daring), tetapi terlebih pada proses pelaksanaan kegiatan penelitian yang lebih berat dan penuh tantangan akibat adanya pandemi Covid 19 yang melanda dunia saat ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini, Panitia Pelaksana SNTE 2021 ingin mengucapkan banyak terima kasih dan memberikan apresiasi yang besar atas upaya yang keras dari para peneliti, dosen, mahasiswa yang tetap berkomitmen melaksanakan kegiatan penelitian dengan sebaik-baiknya.

Sebagai penutup, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak khususnya kepada para Ketua Jurusan/ Program Studi Teknik Elektro (dan yang serumpun), para *reviewer*, *chairperson*/moderator, peneliti, dosen dan mahasiswa di lingkungan FORTEI sehingga kegiatan seminar nasional ini dapat terlaksana. Selamat mengikuti kegiatan seminar, semoga dapat memberikan manfaat yang besar bagi seluruh peserta yang terlibat.

Bandung, 22 Oktober 2021

Ketua Pelaksana Seminar Nasional Teknik Elektro 2021/

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan,

**Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	IV
JADWAL ACARA SNTTE 2021 .....	1
JADWAL & PEMBAGIAN RUANG PRESENTASI .....	2
PEMBAGIAN RUANG PRESENTASI.....	3
EVALUASI SISTEM PENTANAHAN GARDU INDUK 150 KV KERAMASAN PALEMBANG..... MENGUNAKAN MATLAB DAN ETAP .....	11
(MELATI ADY HARDIYANTI, TAUFIK BARLIAN DAN WIWIN A.OKTAVIANI)	
PROTOTIPE KEAMANAN PINTU TANPA SENTUHAN DAN PENGAKTIFAN KIPAS MENGGUNAKAN..... SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO .....	21
(ARDHI MUDA ARISKA DAN ERMA TRIAWATI CH)	
ANALISIS ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT UNTUK MEMPREDIKSI LOKASI GANGGUAN PADA. AREA DISTRIBUSI PT. PLN (PERSERO) ULP BANDARJAYA .....	29
(ACHMAD FARIZ SETIAWAN, NINING PURWASIH, LUKMANUL HAKIM DAN OSEA ZEBUA)	
ANALISA PERFORMA SENSOR TEKANAN UDARA PADA PENENTUAN KETINGGIAN TERBANG DRONE.....	38
(ANGGI KUSUMAWATI, ADI WIRAWAN)	
PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN <i>ADAPTIVE NEUROFUZZY</i> ..... <i>INFERENCE SYSTEM</i> (ANFIS) .....	47
(SUKMA, LINDA SARTIKA DAN ABDUL MUIS PRASETIA)	
INSPEKSI KUALITAS BERDASARKAN SELURUH TAMPAK DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN.....	56
(HARYO SENGGORO ADIKUSUMO, NICO SAPUTRO DAN TRIANA MUGIA RAHAYU)	
PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN RIETER E7/5-A (STUDI KASUS DI PT. BUDI TEXINDO PRAKARSA).....	67
(IRWANTO)	
REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 65 BUS BERBASIS <i>BINARY PARTICLE SWARM</i> ..... <i>OPTIMIZATION</i> (BPSO) .....	85
(MOCHAMMAD QORLIS AL QORNI, MACHRUS ALI, HIDAYATUL NUROHMAH DAN DWI AJIATMO)	
OPTIMASI KONTROL PID DENGAN TUNNING <i>BAT ALGORITHM</i> (BA) PADA PANEL SURYA .....	94
(IKHSAN DONY PRASOJO SYAFI'I, MACHRUS ALI, HIDAYATUL NUROHMAH DAN RUKSLIN)	
IMPLEMENTASI SISTEM <i>MONITORING</i> DAN <i>CONTROLLING</i> PADA MESIN PENETAS TELUR..... OTOMATIS MENGGUNAKAN ANDROID.....	100
(PEGA PRIMA NUGROHO DAN TJENDRO)	
SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAN PEMBATAS KONSUMSI DAYA LISTRIK PADA RUMAH..... BERBASIS RASPBERRY PI 3 B+ .....	109
(RONI EMAHASIM* DAN LATIFUL HAYAT)	
PERAN TIK DALAM PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN PENYEBARAN COVID-19 DI INDONESIA.....	118
(JONI WELMAN SIMATUPANG*, LUDFI AHMAD PRASTYO DAN DINA ARTA MEVIA CHAERANI)	
PENERAPAN GAMIFIKASI PADA PERMAINAN EDUKASI LIMBAH PANGAN BERBASIS <i>WEB</i> .....	128
(RAFAEL OLSEN BUNARDY, THERESIA GUNAWAN, NICO SAPUTRO <sup>1</sup> DAN FAISAL WAHAB)	
SISTEM MONITORING PRODUKSI GAS HIDROGEN DENGAN ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN..... METODE FUZZY BERBASIS ANDROID.....	137
(WIDYA CAHYADI, SATRIYO BUDI UTOMO DAN KEVIN KUSWANTO)	
NFC FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION ON A PRINTER PAYMENT SYSTEM.....	149
(O. SETYAWATI, L. KARIMAH, A. RASYD, A. HORACIYO, M. RIF'AN, M. FAUZAN EDY PURNOMO DAN N. SULISTIYANTO)	

SISTEM KONTROL PENCEGAH TRIP MCB BERBASIS IOT ..... (SOPIAN)	155
OPTIMASI JARINGAN 4G <i>LONG TERM EVOLUTION</i> (LTE) PROVIDER INDOSAT KUPANG DI DAERAH.... OEPURA DAN NAIKOLAN MENGGUNAKAN METODE <i>TILTING</i> ANTENA ..... (ELEAZAR M. DOS SANTOS BELO, DON E. D. G. POLLO DAN SARLINCE O. MANU)	163
PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MIMO PADA FREKUENSI 2,3 GHZ..... (MUHAMMAD DAFFA FAISHAL, DEWIANI DAN MERNA BAHARUDDIN)	173
RANCANG BANGUN ANTENA <i>MIKROSTRIP PATCH RECTANGULAR ARRAY</i> UNTUK TEKNOLOGI WIFI... FREKUENSI 2,4 GHZ..... (MUHAMMAD AL KHOFID, DEWIANI DAN SYAFRUDDIN SYARIF)	179
RANCANG BANGUN VISUAL THERMAL IMAGING UNTUK SCANNING HOTSPOT DENGAN METODE... INFRARED ARRAY SENSING..... (MONIKA FASWIA FAHMI*, INDAH KURNIAWATI DAN ANGGA ADI PRASETYO)	185
PERANCANGAN JARINGAN FTTH MENGGUNAKAN APLIKASI OPTISYSTEM, TABEL BOQ DAN..... KURVA S “STUDI KASUS PERUMAHAN SEKKANG MAS KABUPATEN PINRANG” ..... (DEWIANI, ANDINI DANI ACHMAD DAN SRI RAFIKA MUHTAR)	194
MONITORING <i>POWER OF HYDROGEN</i> (PH) AIR TANAH DESA PANDAN ARANG KABUPATEN OGAN ILIR BERBASIS ARDUINO UNO..... (SALMAN AL FARISI, FEBY ARDIANTO, BENGAWAN ALFARESI, WIWIN A. OKTAVIANI)	205

## JADWAL ACARA SNTE 2021

### SUSUNAN ACARA SNTE 2021

Jumat, 22 Oktober 2021	
Waktu	Kegiatan
07.30 – 08.00	Registrasi Peserta
08.00 – 08.15	Pembukaan SNTE 2021
08.15 – 08.45	Keynote Speaker I : Dr. Ir. Bagus Made Arthaya, M.Eng., UNPAR (Semua menuju digital, bagaimana kesiapan pendidikan tinggi kita saat ini ?)
08.45 – 09.15	Keynote Speaker II : Lia Kamelia, M.T, UIN SGD (Smart Farming berbasis komunitas)
09.15 – 09.30	Rehat antar waktu
09.30 – 11.00	Paralel Session I
11.00 – 13.00	Istirahat/Ibadah Sholat Jumat
13.00 – 14.30	Paralel Session II
14.30 – 15.00	Pembacaan Award dari SNTE 2021
	Penutupan SNTE 2021

## JADWAL & PEMBAGIAN RUANG PRESENTASI

### JADWAL DAN PEMBAGIAN RUANG PRESENTASI SNTE 2021 - Jumat, 22 Oktober 2022.

Session 1 (9.30 - 11.00)				
	Ruang-1	Ruang-2	Ruang-3	Ruang-4
	Sistem Kontrol & AI	Sistem tenaga Listrik	ICT/IOT	Telekomunikasi
	Tua A Tamba, Ph.D.	Levin Halim, M.T.	Edi Mulyana, M.T.	Saepul Uyun, S. T
1	Paper #3	Paper #1	Paper #6	Paper #27
2	Paper #8	Paper #11	Paper #7	Paper #21
3	Paper #14	Paper #12	Paper #13	Paper #9
4	Paper #15	Paper #16	Paper #22	Paper #38
5		Paper #35	Paper #23	Paper #40

Session 2 (13.00 - 14.30)				
	Ruang-5	Ruang-6	Ruang-7	Ruang-8
	Elektronika	Instrumentasi/ Telekomunikasi	Control	ICT
	Jonathan Chandra, S.T.	Faisal Wahab, M. T.	Azwar Mudzakkir, M. T.	M.Tsani Abdul Hakim, M.M.
1	Paper #18	Paper #31	Paper #17	Paper #24
2	Paper #20	Paper #10	Paper #19	Paper #25
3	Paper #28	Paper #33	Paper #4	Paper #26
4	Paper #34	Paper #30	Paper #41	Paper #29
5	Paper #37	Paper #42	Paper #43	Paper #39

## PEMBAGIAN RUANG PRESENTASI

### Sesi 1 (9.30 – 11.00), R-1 : Sistem Kontrol & AI

Chairperson/ Moderator : Tua A Tamba, Ph.D.

Paper No	Judul Makalah	Penulis/ Penyaji
3	<b>Waktu : 9.30 – 9.50</b>  Analisa Pembuatan Mesin Auto Glue Menggunakan PLC Logic Panel LP-S070 Autonics Di Industri <i>Filter Element</i>	Denny Dwi Prasetyo dan Agus Kiswantono
8	<b>Waktu : 9.50 – 10.10</b>  Pengendalian Suhu <i>Heater</i> Mesin <i>Extruder</i> Secara Otomatis Pada Proses <i>Insulation</i> Kabel 20 KV Menggunakan PLC Siemens S7-300	Arie Muhamad Sugi Hdanoyo, M. Ilyas Sikki, Aeri Sujatmiko dan Setyo Supratno
14	<b>Waktu : 10.10 – 10.30</b>  Analisa Performa Sensor Tekanan Udara Pada Penentuan Ketinggian Terbang <i>Drone</i>	Anggi Kusumawati dan Adi Wirawan
15	<b>Waktu : 10.30 – 10.50</b>  Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i> (ANFIS)	Sukma Sukma, Linda Sartika dan Abdul Muis Prasetia

## Sesi 1 (9.30 – 11.00), R-2 : Sistem Tenaga Listrik

Chairperson/ Moderator : Levin Halim, M.T.

Paper No	Judul Makalah	Penulis/ Penyaji
1	<b>Waktu : 9.30 – 9.45</b> Sistem Kinerja Export Import Energi Daya Pada PLTS on Grid Di Laboratorium EBT Institut Teknologi PLN	Heri Suyanto, Nurmiati Pasra dan Kartika Tresya M
11	<b>Waktu : 9.45 – 10.00</b> Rancang Bangun Peralatan <i>Three Stages Charging</i> Baterai Menggunakan <i>Buck Boost Converter</i> Dengan Sel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino	Budiarto, Noer Soedjarwanto dan F.X. Arinto Setyawan
12	<b>Waktu : 10.00 – 10.15</b> Aplikasi Respons <i>Time</i> Gangguan JTR di NH <i>Fuse</i> Pada Gardu Distribusi Menggunakan <i>Tracking Map</i>	Wayan Affan Febryasta dan Agus Kiswantono
16	<b>Waktu : 10.15 – 10.30</b> Evaluasi Sistem Pentanahan Gardu Induk 150 KV Keramasan Palembang Menggunakan Matlab Dan Etap	Melati Ady Hardiyanti, Wiwin A. Oktaviani dan Taufik Barlian
35	<b>Waktu : 10.30 – 10.45</b> Analisis Efisiensi Energi Listrik Pada PT Pupuk Iskandar Muda Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Gas	Ezzy Silmi, Raja Harahap dan Fahmi Fahmi

**Sesi 1 (9.30 – 11.00), R-3 : ICT & IoT**

Chairperson/ Moderator : Edi Mulyana, M.T.

<b>Paper No</b>	<b>Judul Makalah</b>	<b>Penulis/ Penyaji</b>
<b>6</b>	<b>Waktu : 9.30 – 9.45</b> Implementasi Sistem Monitoring Dan Controlling Pada Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Android	Pega Prima Nugroho dan Tjendro
<b>7</b>	<b>Waktu : 9.45 – 10.00</b> Sistem Monitoring Penggunaan dan Pembatas Konsumsi Daya Listrik Pada Rumah Berbasis Raspberry Pi 3 B+	Roni Emahasim dan Latiful Hayat
<b>13</b>	<b>Waktu : 10.00 – 10.15</b> Monitoring Dan Controlling Pemanfaatan Air Limbah Regenerasi Water Treatment Plant Menggunakan Internet of Things	Anggi Setiawan
<b>22</b>	<b>Waktu : 10.15 – 10.30</b> ICT Role in Preventing and Controlling Covid-19 Outbreak in Indonesia	Joni Simatupang, Ludfi Prastiyo dan Dina Chaerani
<b>23</b>	<b>Waktu : 10.30 – 10.45</b> The Importance of Drone Sprayer in Agricultural Sector Especially for Indonesian Farmers	Joni Simatupang, Elan Rohmawan dan Zano Junior

**Sesi 1 (9.30 – 11.00), R-4 : Telekomunikasi**

Chairperson/ Moderator : Saepul Uyun, S.T.

<b>Paper No</b>	<b>Judul Makalah</b>	<b>Penulis/ Penyaji</b>
<b>9</b>	<b>Waktu : 9.30 – 9.45</b> Identifikasi Amplitudo Dan Sudut Kedatangan Sinyal Menggunakan Metode Forward-Backward Apes Pada Radar Multi-Antena	Sapriansa Sapriansa dan Syahfrizal Tahcfulloh
<b>21</b>	<b>Waktu : 9.45 – 10.00</b> Upaya Mengatasi Daerah Blank Spot di Desa Jambearjo Kabupaten Malang	Sigit Kusmaryanto, Sapriesty Nainy dan Gamal Alif Satria
<b>27</b>	<b>Waktu : 10.00 – 10.15</b> Optimasi Jaringan 4G Long Term Evolution (LTE) Provider Indosat Kupang di Daerah Oepura Dan Naikolan Menggunakan Metode Tilting Antena	Eleazar M. Dos Santos Belo, Don E. D. G. Pollo dan Sarlince O. Manu
<b>38</b>	<b>Waktu : 10.15 – 10.30</b> Perancangan Antena Mikrostrip MIMO pada Frekuensi 2.3 GHz	Muhammad Daffa Faishal, Dewiani dan Merna Baharuddin
<b>40</b>	<b>Waktu : 10.30 – 10.45</b> Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array Untuk Teknologi Wifi Frekuensi 2,4 Ghz	Muhammad Al Khofid, Dewiani dan Elyas Palantei

**Sesi 2 (11.00 – 14.30), R-5 : Elektronika & Sistem Tenaga Listrik**

Chairperson/ Moderator : Jonathan Chandra, S.T.

<b>Paper No</b>	<b>Judul Makalah</b>	<b>Penulis/ Penyaji</b>
<b>18</b>	<b>Waktu : 13.00 - 13.15</b>  Prototype Of Touchless Door Security System and Fan Activation Using Arduino Uno-Based Ultrasonic Sensors	Ardhi Muda Ariska dan Erma Triawati
<b>20</b>	<b>Waktu : 13.15 - 13.30</b>  Implementasi Akuisisi Data Pada Indoor Garden System (IGS) Dengan Tampilan Human Machine Interface (HMI) Software Node-Red	Ibnu Muhyiddin Hidayatulloh dan Ade Reynaldi Saputra
<b>28</b>	<b>Waktu : 13.30 - 13.45</b>  Prototype Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis ESP8266 Dan IFTTT	Mauludi Manfaluthy, Agung Pangestu dan Iman Nurjaman
<b>34</b>	<b>Waktu : 13.45 - 14.00</b>  Studi Pemanfaatan Tenaga Listrik Pumped Storage Sebagai Penunjang Infrastruktur Geopark Danau Toba Kabupaten Samosir	David Silaban, Surya Kasim dan Fahmi Fahmi
<b>37</b>	<b>Waktu : 14.00 - 14.15</b>  Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Untuk Memprediksi Lokasi Gangguan Pada Area Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Bandarjaya	Achmad Fariz Setiawan, Nining Purwasih, Lukmanul Hakim dan Osea Zebua

## Sesi 2 (11.00 – 14.30), R-6 : Instrumentasi & Telekomunikasi

Chairperson/ Moderator : Faisal Wahab, M.T.

Paper No	Judul Makalah	Penulis/ Penyaji
10	<b>Waktu :</b> 13.00 - 13.15 Perancangan Sistem Kendali Konsentrasi Pupuk Otomatis Berdasar Nilai Electrical Conductivity Untuk Sistem Hidroponik	Kevin Adi Perdana, Ali Sadiyoko dan Christian Fredy Naa
30	<b>Waktu :</b> 13.15- 13.30 Design Of Visual Thermal Imaging for Hotspot Scanning with Infrared Array Sensing Method	Monika Faswia Fahmi, Indah Kurniawati dan Angga Adi Prasetyo
31	<b>Waktu :</b> 13.30 - 13.45 Monitoring pH Air Tanah Desa Pandan Arang Kabupaten Ogan Ilir Berbasis Arduino Uno	Salman Al Farisi, Feby Ardianto, Bengawan Alfaresi dan Wiwin A. Oktaviani
33	<b>Waktu :</b> 13.45 – 14.00 Sistem Telemetry Untuk Pengenalan Warna Daun Berbasis Sensor LDR Dan Wired Gamepad Playstation 2	Andi Suryadi, Setyo Supratno, Putra Wisnu dan Seta Samsiana
42	<b>Waktu :</b> 14.00 - 14.15 Perancangan Jaringan FTTH Menggunakan Aplikasi Optisystem, Tabel Boq Dan Kurva S	Dewiani Djamiluddin, Andini Dani Achmad dan Sri Rafika Muhtar

**Sesi 2 (11.00 – 14.30), R-7 : Aplikasi**

Chairperson/ Moderator : Azwar Mudzakkir, M.T.

<b>Paper No</b>	<b>Judul Makalah</b>	<b>Penulis/ Penyaji</b>
<b>17</b>	<b>Waktu : 13.00 - 13.15</b> Inspeksi Kualitas Berdasarkan Seluruh Tampak Tomat Dengan Jaringan Saraf Tiruan	Haryo Adikusumo, Triana Rahayu dan Nico Saputro
<b>19</b>	<b>Waktu : 13.15 - 13.30</b> Initial Design of Dual-Axis Solar Tracker to Increase Efficiency of Monocrystalline Solar Panel Using Fuzzy Logic Method	Euy Gun Sin, Levin Halim dan Faisal Wahab
<b>4</b>	<b>Waktu : 13.30 - 13.45</b> Preventive Maintenance Mesin Rieter E7/5-A (Studi Kasus Di PT. Budi Texindo Prakarsa)	Irwanto Irwanto
<b>41</b>	<b>Waktu : 13.45 - 14.00</b> Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial 65 Bus Berbasis Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)	Mochammad Qorlis Al Qorni, Machrus Ali, Hidayatul Nurohmah dan Dwi Ajiatmo
<b>43</b>	<b>Waktu : 14.00 - 14.15</b> Desain Kontrol PID Dengan Tuning Bat Algorithm (BA) Pada Panel Surya	Ikhsan Dony Prasojo Syafi'i, Machrus Ali, Hidayatul Nurohmah dan Rukslin Rukslin

**Sesi 2 (11.00 – 14.30), R-8 : Aplikasi**

Chairperson/ Moderator : M.Tsani Abdul Hakim, M.M.

<b>Paper No</b>	<b>Judul Makalah</b>	<b>Penulis/ Penyaji</b>
<b>24</b>	<b>Waktu : 13.00 - 13.15</b>  Penerapan Gamifikasi Pada Permainan Edukasi Limbah Pangan Berbasis Web	Rafael Olsen Bunardy, Theresia Gunawan, Nico Saputro dan Faisal Wahab
<b>25</b>	<b>Waktu : 13.15 - 13.30</b>  Sistem Monitoring Produksi Gas Hidrogen Dengan Elektrolisis Air Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Android	Widya Cahyadi, Satriyo Budi Utomo dan Kevin Kuswanto
<b>26</b>	<b>Waktu : 13.30 - 13.45</b>  Rancang Bangun Sistem Manajemen Daya Photovoltaic Pada Kolam Ikan Berbasis Internet of Things (IoT)	Ade Kortiko Fanani., Dwi Songgo Panggayudi, Rudi Irmawanto, Indah Kurniawati dan Reyndana Bwa.
<b>29</b>	<b>Waktu : 13.45 - 14.00</b>  NFC for the Design and Implementation on A Printer Payment System	Onny Setyawati dan Nanang Sulistiyanto
<b>39</b>	<b>Waktu : 14.00 - 14.15</b>  Sistem Kontrol Pencegah Trip MCB Berbasis IoT	Sopian Sopian

## EVALUASI SISTEM PENTANAHAN GARDU INDUK 150 KV KERAMASAN PALEMBANG MENGGUNAKAN MATLAB DAN ETAP

Melati Ady Hardiyanti, Taufik Barlian dan Wiwin A.Oktaviani\*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Palembang

\*E-mail: wiwin\_oktaviani@um-palembang.ac.id

### ABSTRAK

*Gardu Induk Keramasan merupakan salah satu gardu induk yang menopang pengoperasian sistem kelistrikan area Sumatera Selatan. Gardu induk merupakan komponen sistem tenaga yang rentan terhadap sambaran petir baik langsung maupun tidak langsung, sehingga diperlukan sistem pentanahan yang berfungsi menyetanahkan muatan tegangan maupun arus lebih ketika terjadi gangguan petir. Kegagalan ataupun ketidaksesuaian sistem pentanahan akan berakibat terganggunya pengoperasian peralatan maupun keamanan operator yang berada pada gardu induk. Usia Gardu Induk Keramasan telah lebih dari 30 tahun sehingga dipandang perlu untuk melakukan evaluasi sistem pentanahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai-nilai resistansi pentanahan, tegangan sentuh, tegangan langkah, maupun kenaikan tegangan tanah. Dalam mengevaluasi sistem pentanahan digunakan metode penelitian dengan acuan perhitungan IEEE Std 80-2000 menggunakan MATLAB R2013a serta untuk desain dan simulasi menggunakan ETAP 12.6.0. Hasil penelitian dengan perhitungan menggunakan MATLAB diperoleh nilai resistansi pentanahan gardu induk sebesar 0,539  $\Omega$ . Nilai tersebut termasuk kategori aman karena berdasarkan IEEE Std 80-2000 besarnya resistansi pentanahan gardu induk sebesar 1  $\Omega$ . Nilai tegangan sentuh pada Gardu Induk 150 kV Keramasan sebesar 616,4 V dan tegangan langkah sebesar 534,9 V, nilai tersebut sudah di bawah nilai toleransi tegangan sentuh sebesar 890 V dan tegangan langkah sebesar 3140 V. Secara keseluruhan, sistem pentanahan Gardu Induk 150 kV Keramasan telah sesuai IEEE Std 80-2000, karena baik nilai resistansi pentanahan, tegangan sentuh, dan tegangan langkah telah memenuhi persyaratan.*

**Kata kunci:** gardu induk, sistem pentanahan, resistansi pentanahan, ieee std 80-2000.

### ABSTRACT

*The Keramasan Substation is one of the substations that supports the operation of the electricity system in the South Sumatra area. The substation is a component of the power system that is vulnerable to lightning strikes either directly or indirectly, hence need a grounding system to ground voltage and overcurrent charges when a lightning disturbance occurs. Failure or mismatch of the grounding system will disrupt the operation of the equipment and endanger the operators' safety at the substation. The age of the Keramasan Substation is more than 30 years, so it is necessary to evaluate the grounding system. This study aims to determine the values of grounding resistance, touch voltage, step voltage, and the increase in ground voltage. In this study, the evaluation of the grounding system was carried out in two stages: 1) grounding calculation using MATLAB R2013a based on the IEEE Std 80-2000 reference; 2) simulation of grounding modeling using ETAP 12.6.0. The results of calculations with MATLAB obtained a substation grounding resistance value of 0.539, which is in the safe category based on IEEE Std 80-2000. The value of the touch voltage at the Keramasan 150 kV Substation is 616.4 V and the step voltage is 534.9 V, this value is already below the touch voltage tolerance value of 890 V and the step voltage is 3140 V. Overall, the 150 kV Keramasan substation grounding system has complied with IEEE Std 80-2000, because both the ground resistance, touch voltage, and step voltage have met the requirements*

**Keywords:** substation, grounding system, earth resistance, ieee std 80-2000.

## 1. PENDAHULUAN

Gardu induk merupakan salah satu komponen penting dalam pengoperasian dan penyaluran sistem tenaga. Fungsi Gardu Induk di antaranya sebagai pengatur aliran daya serta penghubung listrik dari pembangkit ke jaringan transmisi. Sebagian besar gardu induk berada pada alam terbuka atau yang dikenal dengan gardu induk *outdoor*. Kondisi ini membuat gardu induk beserta peralatan pelengkapannya rentan terhadap sambaran petir selain gangguan-gangguan lainnya. Peralatan pada gardu induk haruslah mampu menahan impuls petir maupun impuls kontak selama beberapa detik, serta mampu menahan arus ketika terjadi hubung singkat [1]. Mengingat fungsinya yang amat penting, maka harus dilengkapi dengan sistem pentanahan di mana sistem pentanahan haruslah memenuhi persyaratan tegangan sistem [2].

Sistem pentanahan pada gardu induk berfungsi menyetanahkan muatan tegangan maupun arus lebih ketika terjadi gangguan, dan mengalirkannya ke tanah sehingga meminimalisir efek gangguan yang ditimbulkan terhadap peralatan di gardu induk. [3] Selain berfungsi melindungi peralatan pada gardu induk, sistem pentanahan juga melindungi manusia yang berada pada area jaringan gardu induk [4]. Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam menganalisis sistem pentanahan seperti; jenis tanah di sekitar area pentanahan, desain pentanahan, maupun konfigurasi penanaman elektroda [5]. Hal tersebut sangat diperhatikan agar memperoleh sistem pentanahan yang baik dan aman. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi dalam prosedur desain pentanahan gardu induk yakni; resistansi pentanahan gardu induk  $\leq 1 \Omega$ , nilai tegangan sentuh dan tegangan langkahnya haruslah lebih kecil dari nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diizinkan, kemudian nilai *ground potential rise* lebih kecil dari nilai tegangan *mesh*. Tegangan *mesh* biasanya merupakan tegangan sentuh terburuk yang mungkin terjadi di dalam gardu induk, tegangan *mesh* akan digunakan sebagai dasar dari prosedur desain pentanahan [6].

Konfigurasi sistem pentanahan yang digunakan pada Gardu Induk Keramasan berupa konfigurasi *grid-rod*, di mana konfigurasi ini merupakan gabungan sistem pentanahan *grid* dan sistem pentanahan *rod* yang dilakukan dengan cara menanam batang konduktor ke dalam tanah secara sejajar dan terhubung satu sama lain pada kedalaman tertentu, kemudian setiap titik ditanami elektroda pentanahan yang tegak lurus di permukaan tanah [7]. Sistem pentanahan dengan konfigurasi ini paling sering digunakan pada gardu induk. Hal ini karena nilai resistansi tanah yang diperoleh dengan menggunakan konfigurasi tersebut sangatlah kecil, bahkan kurang dari  $1 \Omega$  [8]. Dalam menganalisis pentanahan gardu induk, terdapat beberapa acuan yang digunakan agar memenuhi keamanan sistem pentanahan. Salah satu acuannya yakni IEEE Std 80-2000. IEEE Std 80-2000 menyajikan konsep rinci sistem pentanahan gardu induk, dimulai dengan pertimbangan desain dan berlanjut sampai langkah-langkah desain pentanahan [9].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan aplikasi penelitian eksperimen menggunakan metode penelitian kepustakaan, pengumpulan data (dokumen dan lapangan), serta pemodelan sistem untuk menilai ruang lingkup masalah. Adapun data pentanahan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data pentanahan Gardu Induk 150 KV Keramasan

Deskripsi	Spesifikasi
Panjang konduktor grid	140 meter
Lebar konduktor grid	56 meter
Jumlah konduktor sisi	20
Panjang	
Jumlah konduktor sisi	9
lebar	
Kedalaman konduktor	0,35 meter
Jarak antar konduktor	7 meter
Diameter konduktor	2 centimeter
Panjang elektroda	3,05 meter
batang	

Total elektroda batang	58
Resistansi jenis tanah	100 $\Omega$

Besarnya arus hubung singkat 3 fasa pada Gardu Induk 150 kV Keramasan yakni 6700A dengan lamanya gangguan 0,5 detik. Nilai tersebut digunakan sebagai acuan dalam menganalisis pentanahan pada Gardu Induk 150 kV Keramasan. Adapun data hasil pengukuran resistansi pentanahan peralatan pada area jaringan Gardu Induk 150 kV Keramasan disajikan pada Tabel 2.

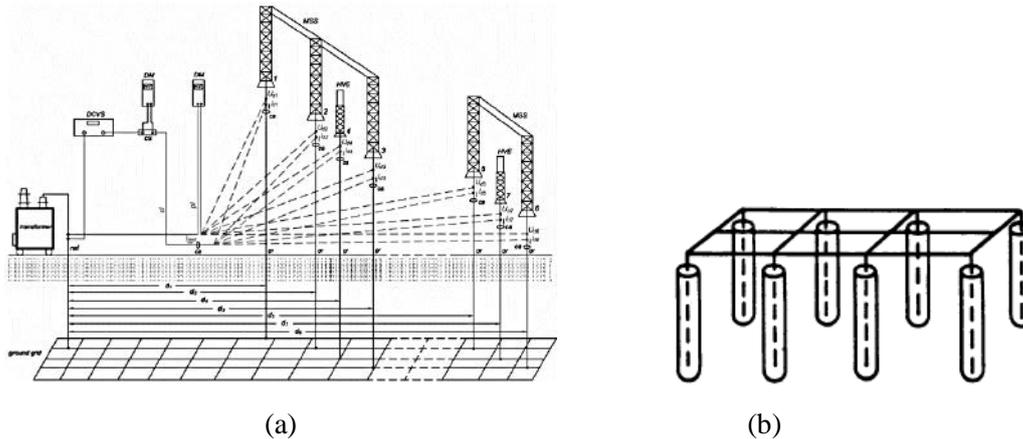
**Tabel 2.** Data hasil pengukuran resistansi pentanahan peralatan pada area jaringan Gardu Induk 150 kV Keramasan

Nama	LA	CV T	Peralatan											
			Lin e Tr ap	PM S Lin e	CT	PM T	PM S BB 1	PM S BB 2	M K Ba y	Tra fo	Supo rt Kab el	NG R	Netr al 20 kV	
<b>Hasil Pengukuran (<math>\Omega</math>)</b>														
PHT JRING	0,8 6	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8 5	0,9					
PHT NJRING	0,4 7	0,4 3	0	0,5 3	0,9 7	0,8	0,8	0,1 9						
PHT SPTGA #1	0	0,3	0	0,2	0,3	0,3	0,2 7	0,2 7						
PHT SPTGA #2	0,3	0,3	0,2	0,2 7	0,2	0,3	0	0,2						
PHT GNDUS #1	0,5 4	0,6 6	0,2 1	0,4 1	0,6 1	0,6 2	0,7 6	0,8						
PHT GNDUS #2	0,6 3	0,6 3	0	0,4 6	0,6 7	0,2	0,6 7	0,6 7						
Kopel 150 kV TD #3		0,9 3			1	1	0,6 7	0,1 3						
60 MVA IBT 1 100 MVA IBT 2 100 MVA	0,1				0,1	0,1	0,4 7	0,5 3	0,5	0,27	0,5	0,4	0,4	
	0,1				0,1	0,8	0,1	0,1 3	0,1	0				
	0,4 3				0,1	0,0 3	0,6 7	0,6 7	0,3	0,1				

\*Ket: warna abu-abu menyatakan tidak ada peralatan yang terpasang pada bagian tersebut

## 2.2 Pemodelan Pentanahan

Pada penelitian ini digunakan *software* Matlab R2013a untuk melakukan perhitungan pentanahan berdasarkan acuan IEEE Std 80-2000, kemudian ETAP 12.6.0 untuk melakukan simulasi pemodelan sistem pentanahan. Gambar 1(a) dan 1(b) yang disajikan merupakan gambar sistem pentanahan yang digunakan pada area jaringan Gardu Induk 150 kV Keramasan.



**Gambar 1.** (a) Pentanahan *grid* pada gardu induk [10] (b) Pentanahan *grid-rod* [11]

### 2.3 Parameter Sistem

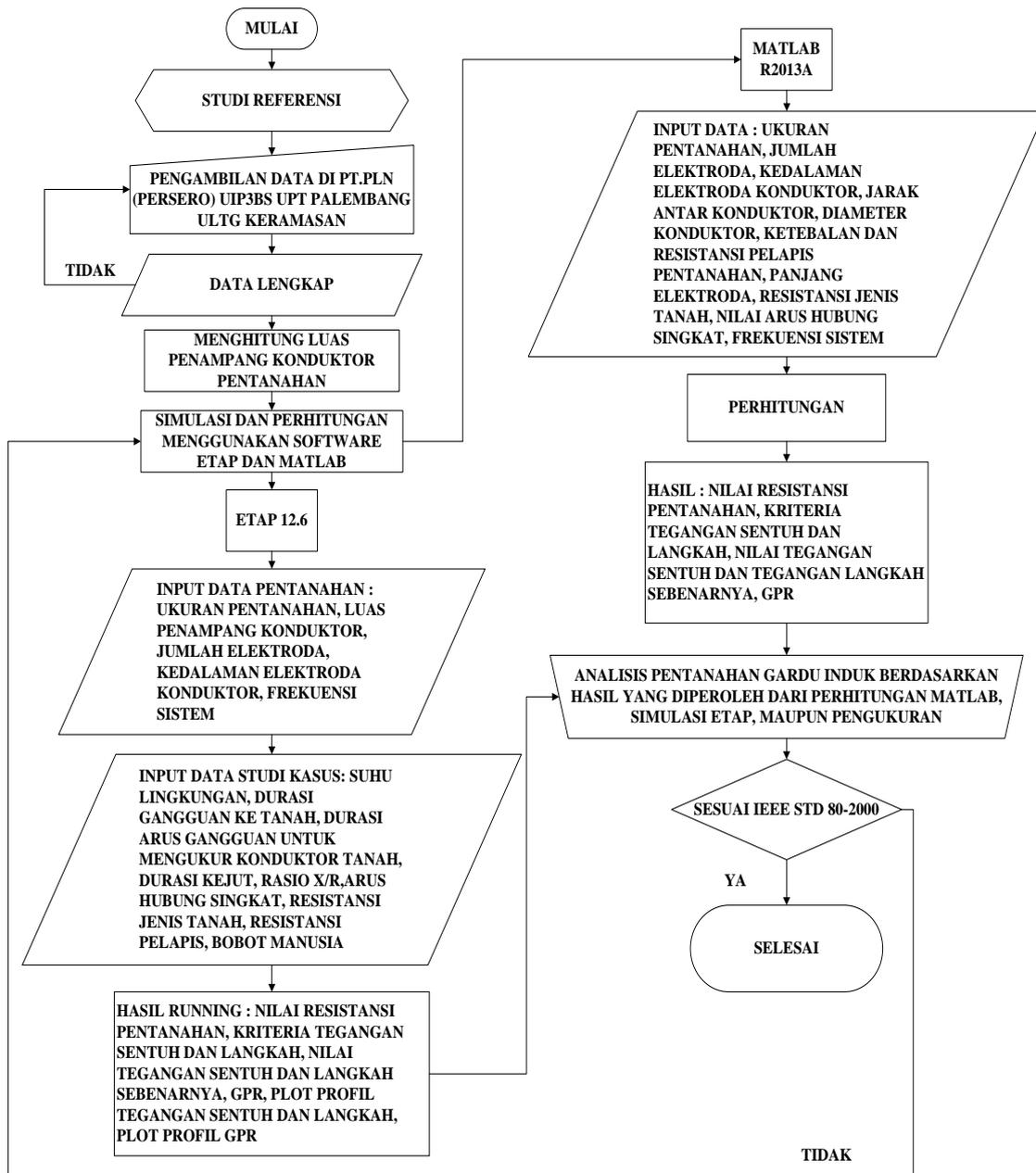
Parameter yang dibutuhkan simulasi sistem pentanahan adalah data pentanahan seperti yang disajikan pada Tabel 1, kemudian data studi kasus. Data studi kasus disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data parameter sistem pentanahan untuk studi kasus menggunakan ETAP 12.6

Parameter	Nilai
Suhu lingkungan	30°C
Durasi gangguan ke tanah ( $t_f$ )	0,5 s
Parameter	Nilai
Durasi arus gangguan untuk mengukur konduktor tanah ( $t_c$ )	0,5 s
Durasi kejut untuk menentukan arus toleransi manusia ( $t_s$ )	0,1 s
Rasio X/R	20
Arus hubung singkat ke tanah	6700 A
Resistansi jenis pentanahan ( $\rho$ )	100 $\Omega$
Resistansi material lapisan	5000 $\Omega$ .m
Ketebalan lapisan material	0,2 meter

### 2.4 Prosedur Penelitian

Setelah data pentanahan diperoleh dan dilakukan pemodelan sistem, maka diperoleh hasil *running* ETAP 12.6 terkait sistem pentanahan pada Gardu Induk 150 kV Keramasan. Selanjutnya, melakukan analisis dan evaluasi sistem pentanahan pada Gardu Induk 150 kV Keramasan dari hasil pengukuran, perhitungan menggunakan *software* Matlab R2013a, maupun dari hasil simulasi ETAP 12.6. Adapun diagram alir penelitian tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan dan Pengukuran Pentanahan

Perhitungan pentanahan Gardu Induk 150 kV Keramasan mengacu pada IEEE Std 80-2000. Perhitungan ini menampilkan nilai resistansi pentanahan, kenaikan tegangan tanah, serta tegangan sentuh dan tegangan langkah pada Gardu Induk 150 kV Keramasan.

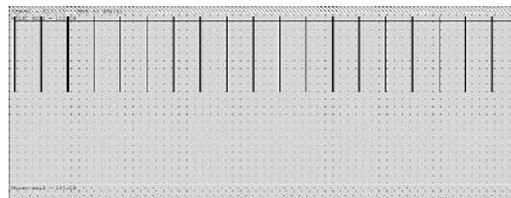
Jenis konduktor pada pentanahan Gardu Induk Keramasan yakni *Copper, commercial hard drawn*. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung luas penampang konduktor disajikan Persamaan 1.

$$A_{mm^2} = I \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r}\right) \ln\left(\frac{k_o + T_m}{k_o + T_\alpha}\right)}} \quad (1)$$

Hasil perhitungan dengan Persamaan 1 diperoleh luas penampang konduktor sebesar 16,76197mm<sup>2</sup>. Nilai tersebut digunakan sebagai fungsi arus konduktor untuk simulasi desain pentanahan menggunakan ETAP. Gardu Induk Keramasan memiliki lapisan pentanahan berupa batu kerikil (*Gravel*) dengan ketebalan 20 cm. Nilai resistansi jenis batu kerikil berdasarkan IEEE Std 80-2000 yakni sebesar 5000 Ωm. Lapisan pentanahan Gardu Induk Keramasan ini menimbulkan adanya faktor reduksi (*derating factor*) nilai resistansi jenis permukaan tanah yang memengaruhi nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung *derating factor* disajikan Persamaan 2.

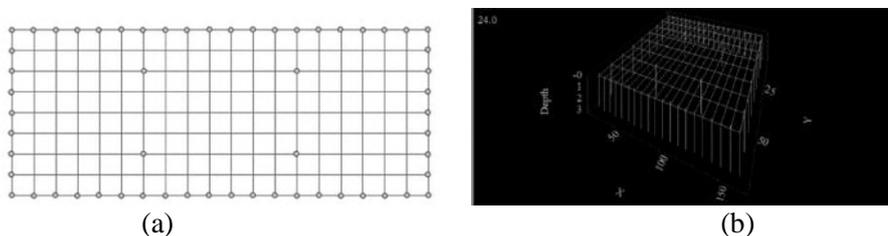
$$C_S = 1 - \frac{0,09\left(1 - \frac{\rho}{\rho_S}\right)}{2h_s + 0,09} \quad (2)$$

Hasil perhitungan menggunakan Matlab R2013a dengan Persamaan 2, diperoleh nilai *derating factor* pada Gardu Induk 150 kV Keramasan sebesar 0,82. Adapun fenomena penanaman konduktor yang dirancang menggunakan *software* ETAP tersaji pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Fenomena penanaman konduktor pentanahan Gardu Induk 150 kV Keramasan menggunakan *software* ETAP

Pada Gambar 3 terlihat penanaman konduktor *grid* digambarkan dengan garis melintang dengan kedalaman 0,35 meter. Kemudian batang konduktor digambarkan dengan garis membujur dengan kedalaman 3,05 meter. Garis yang diarsir merupakan lapisan pentanahan pada gardu induk. Daerah yang berwarna hijau dan kuning merupakan tanah pada gardu induk. Gardu Induk Keramasan memiliki jenis tanah liat dengan resistansi jenisnya sebesar 100 Ω. Adapun desain pentanahan yang dirancang menggunakan ETAP disajikan pada Gambar 4(a) dan 4(b).



**Gambar 4.** (a) Desain 2D Gardu Induk 150 kV Keramasan (b) Desain 3D Gardu Induk 150 kV Keramasan

Gambar 4(a) menunjukkan bentuk 2 dimensi dari *grid* pentanahan Gardu Induk Keramasan yang dirancang menggunakan ETAP 12.6.0. Pentanahan Gardu Induk Keramasan berbentuk persegi panjang dengan panjang 140 m dan lebar 56 m, luas area pentanahan sebesar 7840 m<sup>2</sup>. Lingkaran kecil pada gambar merupakan batang elektroda pentanahan. Pada Gambar 4(b), area yang berwarna kuning merupakan bentuk 3 dimensi dari *grid* pentanahan Gardu Induk Keramasan. Garis-garis yang melintang merupakan bentuk *grid* pentanahan, garis membujur yang mengelilingi *grid* merupakan batang elektroda. Data hasil perhitungan parameter pentanahan disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data hasil perhitungan parameter pentanahan

Deskripsi	Hasil Perhitungan
Panjang total konduktor horizontal ( $L_C$ )	2380 meter
Panjang keliling grid ( $L_p$ )	392 meter
Panjang total elektroda batang ( $L_R$ )	176,9 meter
Panjang total konduktor-rod terpasang ( $L_T$ )	2556,9 meter
Panjang efektif konduktor-rod terpasang ( $L_m$ )	2658,6 meter
Deskripsi	Hasil Perhitungan
Luas area pentanahan ( $A$ )	7840 m <sup>2</sup>
DC time offset ( $T_a$ )	0,0637 detik

Setelah diperoleh parameter pentanahan yang disajikan pada Tabel 4, dapat dihitung nilai resistansi pentanahan pada gardu induk. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung resistansi pentanahan disajikan pada Persamaan 3.

$$R_g = \rho \left[ \frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \left( 1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \quad (3)$$

Hasil perhitungan nilai resistansi pentanahan menggunakan Matlab R2013a dan persamaan 3, diperoleh nilai resistansi pentanahan pada Gardu Induk 150 kV Keramasan yakni sebesar 0,539  $\Omega$  sedangkan dari hasil simulasi pada ETAP diperoleh nilai resistansi pentanahannya sebesar 0,493  $\Omega$ . Nilai tersebut masih aman, karena berdasarkan IEEE Std 80-2000 dan standar PLN bahwa batas nilai resistansi pentanahan yang diizinkan pada gardu induk sebesar  $\leq 1 \Omega$ . Dapat dilihat pada Tabel 2, dari hasil pengukuran resistansi pentanahan di lapangan, diperoleh hasil pengukuran dengan semua nilainya  $\leq 1 \Omega$ . Jadi dapat dikatakan bahwa resistansi pentanahan di Gardu Induk 150 kV Keramasan sudah cukup baik dan aman. Perbedaan yang memengaruhi hasil pengukuran dan perhitungan resistansi pentanahan yakni pada saat pengukuran ada beberapa faktor yang memengaruhi seperti keadaan struktur tanah, kandungan zat-zat kimia dalam tanah, iklim, maupun temperatur tanah. Selanjutnya, arus maksimum yang melewati pentanahan dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

$$I_G = D_f \times I_g \quad (4)$$

Hasil perhitungan menggunakan Persamaan 4, diperoleh nilai arus maksimum yang melewati pentanahan sebesar 7113,8 Ampere. Hal ini berarti maksimum arus yang dapat masuk ke pentanahan sebesar 7113,8 Ampere. Jadi nilai arus hubung singkat 3 fasa sebesar 6700 Ampere masih dapat dialirkan ke pentanahan karena nilainya masih di bawah 7113,8 Ampere. Kemudian, besarnya arus fibrilasi yang mengalir ke tubuh manusia yakni untuk manusia dengan bobot 50 kg, sebesar 0,3668 Ampere, dan untuk manusia dengan bobot 70 kg, sebesar 0,4965 Ampere. Nilai arus fibrilasi juga memengaruhi nilai kriteria tegangan sentuh maupun tegangan langkah pada gardu induk. Adapun nilai kriteria tegangan sentuh dan tegangan langkah dapat dihitung menggunakan Persamaan 5 – 8.

$$E_{touch\ 50} = (R_k + 1,5C_s \cdot \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t}} \quad (5)$$

$$E_{step\ 50} = (R_k + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t}} \quad (6)$$

$$E_{touch\ 70} = (R_k + 1,5C_s \cdot \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad (7)$$

$$E_{step\ 70} = (R_k + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad (8)$$

Adapun persamaan untuk menghitung tegangan *mesh* dan tegangan langkah sebenarnya yang disajikan pada Persamaan 9 dan 10.

$$E_m = \frac{\rho \times K_m \times K_i \times I_G}{L_m} \quad (9)$$

$$E_s = \frac{\rho \times I_G \times K_s \times K_i}{L_s} \quad (10)$$

Adapun hasil perhitungan nilai kriteria tegangan sentuh dan tegangan langkah, GPR, maupun tegangan *mesh* sebenarnya dan tegangan langkah sebenarnya disajikan pada Tabel 5.

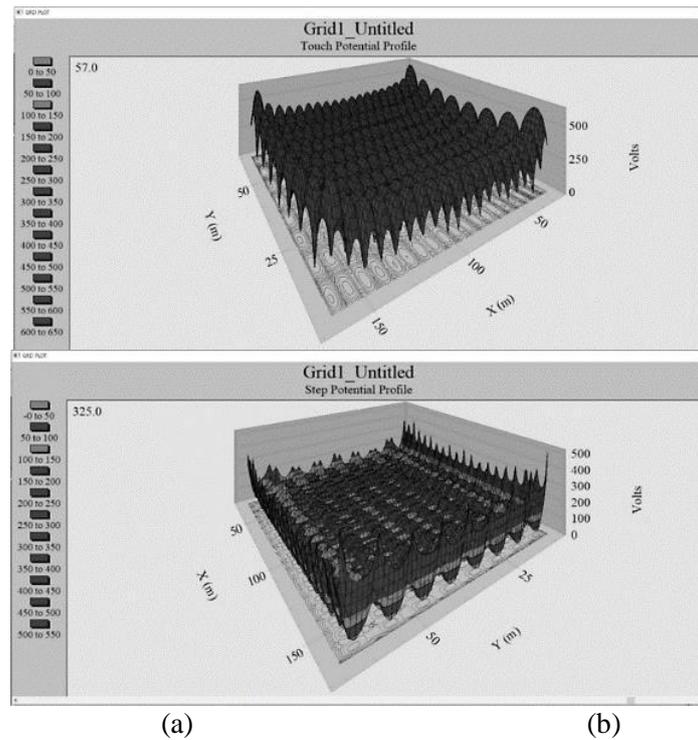
**Tabel 5.** Hasil perhitungan pentanahan menggunakan Matlab dan *running* simulasi ETAP

Variabel	Metode Perhitungan		
	IEEE Std 80-2000	MATLAB R2013a	ETAP 12.6
Resistansi Pentanahan ( $R_g$ )	1 $\Omega$	0,539 $\Omega$	0,493 $\Omega$
Kriteria toleransi tegangan sentuh 50 kg	890 Volt	2622,8 Volt	2622,8 Volt
70 kg		3549,81 Volt	3549,8 Volt
Kriteria toleransi tegangan langkah 50 kg	3140 Volt	9390,7 Volt	9390,7 Volt
70 kg		12709,8 Volt	12709,8 Volt
Kenaikan tegangan tanah (GPR)		3840,0 Volt	3504,3 Volt
Tegangan <i>mesh</i> sebenarnya	890 Volt	458,06 Volt	616,4 Volt
Tegangan langkah sebenarnya	3140 Volt	506,99 Volt	534,9 Volt

Nilai kriteria toleransi tegangan sentuh dan tegangan langkah dari hasil perhitungan menggunakan Matlab maupun ETAP, terlihat nilai hasil kedua perhitungan tersebut lebih besar dari nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diizinkan pada IEEE Std 80-2000. Kemudian, nilai kenaikan tegangan tanah dari hasil perhitungan Matlab juga lebih besar dari nilai kriteria tegangan sentuh yang diizinkan berdasarkan IEEE Std 80-2000. Oleh karena itu, perlu dihitung nilai tegangan *mesh* atau tegangan sentuh sebenarnya dan nilai tegangan langkah sebenarnya. Hal ini karena nilai tersebut merupakan nilai tegangan kontak sebenarnya yang terjadi pada gardu induk. Pada Tabel 5, nilai untuk tegangan sentuh sebenarnya hasil perhitungan menggunakan Matlab sebesar 458,06 Volt dan nilai tegangan langkah sebenarnya sebesar 506,99 Volt, dan untuk nilai tegangan sentuh sebenarnya hasil *running* ETAP diperoleh nilainya sebesar 616,4 Volt dan tegangan langkah sebenarnya sebesar 534,9 Volt. Nilai tegangan sentuh sebenarnya dan tegangan langkah sebenarnya dari hasil perhitungan menggunakan Matlab dan *running* ETAP sudah di bawah nilai yang diizinkan berdasarkan IEEE Std 80-2000. Dari analisis tersebut disimpulkan bahwa pentanahan Gardu Induk 150 kV Keramasan memenuhi persyaratan IEEE Std 80-2000 dan bekerja dengan baik.

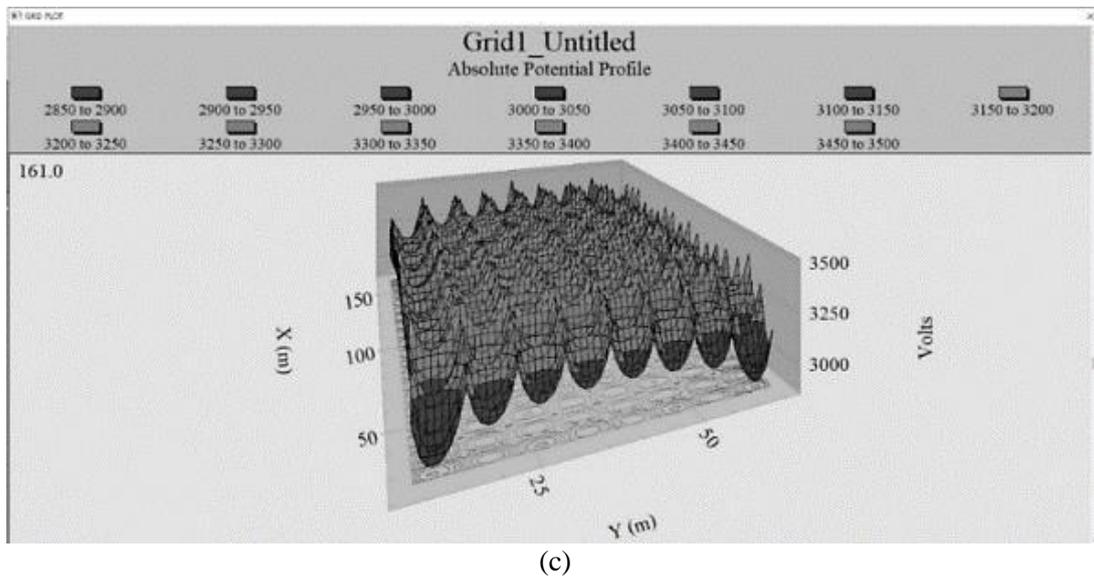
### 3.2 Profil Tegangan

Berikut profil tegangan *mesh* dari hasil simulasi menggunakan ETAP disajikan pada Gambar 7.



(a)

(b)



(c)

**Gambar 5.** (a) Profil tegangan *mesh* atau tegangan sentuh sebenarnya  
 (b) Profil tegangan langkah sebenarnya  
 (c) Profil kenaikan tegangan tanah

Pada Gambar 5(a), terlihat nilai tertinggi hasil *running* simulasi yakni 616,4 Volt. Nilai tersebut berada pada permukaan pentanahan dengan ditandai spektrum warna merah marun dan terus menurun hingga mencapai 50 Volt, hal ini dapat dilihat pada bagian bawah ditandai dengan warna hijau. Kemudian untuk profil tegangan langkah sebenarnya dari hasil *running* simulasi ETAP disajikan pada Gambar 5(b). Pada Gambar 5(b) terlihat profil tegangan langkah sebenarnya dengan harga tertinggi sebesar 534,9 Volt berada pada sekeliling pentanahan. Hal ini ditandai dengan spektrum warna merah marun pada sekeliling pentanahan *grid*. Di dalam area *grid* ditandai dengan spektrum warna hijau yang berarti nilainya menurun sampai dengan 50 V. Profil kenaikan tegangan tanah pada Gambar 5(c). terlihat kenaikan tegangan tanah tertinggi terjadi pada titik di mana arus memasuki tanah dengan nilai sebesar 3450 V sampai dengan 3500 Volt. Hal ini ditandai dengan spektrum warna biru elektrik pada permukaan tanah, dan terus

menurun dengan jarak dari sumber. Nilai terendahnya mencapai 2900 Volt sampai 2950 Volt, ditandai dengan warna biru tua.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang diuraikan di atas menunjukkan sistem pentanahan pada Gardu Induk 150 kV Keramasan masih sesuai dengan persyaratan pada acuan IEEE Std 80-2000. Hal ini dapat dilihat dari resistansi pentanahan yang nilainya cukup stabil yakni dari hasil pengukuran diperoleh nilai resistansi tertingginya sebesar  $1 \Omega$ . Nilai resistansi dari hasil perhitungan menggunakan Matlab yakni  $0,539 \Omega$ , sedangkan hasil *running* simulasi menggunakan ETAP diperoleh nilai resistansinya sebesar  $0,493 \Omega$ . Terdapat selisih nilai yang tidak terlalu besar untuk kedua hasil perhitungan dan pengukuran, namun nilai tersebut masih aman karena nilai resistansi pentanahan yang diizinkan berdasarkan IEEE Std 80-2000 dan standar PLN yakni  $\leq 1 \Omega$ . Kemudian, nilai tegangan sentuh sebenarnya dari hasil perhitungan Matlab diperoleh nilainya sebesar 458,09 V, sedangkan hasil *running* simulasi menggunakan ETAP diperoleh nilainya sebesar 506,99 V. Terdapat selisih antara keduanya, namun kedua nilai tersebut masih aman karena berdasarkan IEEE Std 80-2000 bahwa nilai tegangan sentuh yang diizinkan untuk lama gangguan 0,5 detik adalah 890 V. Nilai tegangan langkahnya juga sudah aman, karena hasil perhitungan tegangan langkah menggunakan Matlab diperoleh nilai sebesar 616,4 V dan menggunakan ETAP sebesar 534,9 V, kedua hasil tersebut menunjukkan nilai  $\leq 3140$  V, sehingga dapat dikatakan aman. Kemudian untuk desain pentanahannya juga sudah cukup baik, karena dari desain tersebut diperoleh nilai-nilai yang baik dan aman.

Evaluasi pentanahan diperlukan secara berkala agar kinerja dari sistem pentanahan tersebut tetap baik dan aman, minimal 6 bulan sekali. Penambahan peralatan pada gardu induk sangatlah berpengaruh terhadap sistem pentanahan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis dan evaluasi lebih lanjut ketika terjadi penambahan peralatan pada gardu induk tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Rizal, I. S. Hernanda, and J. A. R. Hakim, "Analisis Kinerja Sistem Pentanahan PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk 150 kV Ngimbang- Lamongan Dengan Metode *Finite Element Method* (FEM)," *JURNAL TEKNIK POMITS*, pp. 1–6, 2014.
- [2] D. S. dan A. Rudi, "Analisis Sistem Pembumian Berbentuk Jaring (GIRD) pada Gardu Induk 150 kV, di Jalan Sunan Derajat Kecamatan Lamongan, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur," *CYCLOTRON*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.30651/cl.v1i1.1292>.
- [3] A. Pranoto, H. Tumaliang, and G. M. C. Mangindaan, "Analisa Sistem Pentanahan Gardu Induk Teling dengan Konstruksi Grid (Kisi-kisi)," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 3, Art. no. 3, Jul. 2018, doi: [10.35793/jtek.7.3.2018.20765](https://doi.org/10.35793/jtek.7.3.2018.20765).
- [4] W. B. Andesito, "Evaluasi Keamanan pada Sistem Pentanahan Gardu Induk 150 kV Ngawi," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2018. [Online]. Available: [eprints.ums.ac.id/60408](https://eprints.ums.ac.id/60408)
- [5] I. N. A. Saputro and P. Oetomo, "Perbandingan Perhitungan dan Simulasi ETAP Sistem Pentanahan Grid-Rod Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas," *SINUSOIDA*, vol. 22, no. 4, pp. 43–53, 2020.
- [6] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, *IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*. United States of America: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 2000.
- [7] M. A. Latifah and M. Haddin, "Analisa Dampak Perubahan Jarak Antar Konduktor dan Kedalaman pada Sistem Pentanahan Grid-Rod Berbasis IEEE Std 80 – 2000," *Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA*, vol. 8, pp. 1–12, 2019.
- [8] F. R. Pratiwi and A. Suryanto, "Analisis Sistem *Grounding* pada Gardu Induk 150 kV Temanggung dengan Simulasi Software ETAP," *JTE UNIBA*, vol. 5, pp. 1–9, 2021.
- [9] I. Rois and I. M. Wartana, "Analisis Pentanahan Grid pada Gardu Induk Kapal Bali Berdasarkan IEEE 80-2000 untuk Meningkatkan Keamanan Sistem Pentanahan," Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, 2019. [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/4215/>
- [10] V. I. Kostić and N. B. Raičević, "A study on high-voltage substation ground grid integrity measurement," *Electric Power Systems Research*, vol. 131, pp. 31–40, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.10.006>.
- [11] J. Kamal and S. Abduh, "Perancangan Sistem Pentanahan Gas Insulated Switchgear 150KV Pulogadung dengan *Finite Element Method*," *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 187–200, 2018.