



**SNTTEI**  
*Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika*

# PROCEEDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTTEI 2021)

**"MENJAWAB TANTANGAN INOVASI DAN  
TEKNOLOGI 5G PADA MASA PANDEMI COVID-19"**



**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR, 21 SEPTEMBER 2021**



Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Ujung Pandang



BUANA  
PRIMA  
RAYA



TAMARA  
OVERSEAS  
CORPORATION

**ISBN: 978-623-91293-3-0**  
**Publikasi Jurusan Teknik Elektro**

# **PROCEEDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTEI) 2021**

Makassar, 21 September 2021

**Tema:  
Menjawab Tantangan Inovasi dan Tegnologi 5G  
pada Masa Pandemi Covid-19**

## **Bidang Ilmu:**

Teknik Elektronika, Kontrol dan Informatika

Teknik Informasi dan Komunikasi

Teknik Komputer dan Jaringan

Teknik Multimedia dan Jaringan

Teknik Telekomunikasi

Teknik Kelistrikan

**Penerbit:  
Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Ujung Pandang  
Jl.Perintis Kemerdekaan KM 10 Makassar  
2021**

# **PROCEEDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTEI) 2021**

Tema: Menjawab Tantangan Inovasi dan Tegnologi 5G pada Masa Pandemi Covid-19

ISBN :

## **Tim Reviewer:**

- Dr. Ir. Satriani Said Akhmad, M.T. (Koordinator)
- Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
- Dr. Eng. Sarwo Pranoto, S.T., M.Eng.
- Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D.
- Irfan Syamsuddin, S.T., M.Com.ISM., Ph.D.
- Dharma Aryani, S.T., M.T., Ph.D.
- Marwan, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
- Sirmayanti, S.T., M.Eng.St., Ph.D.
- Iin Karmila Yusri, S.ST., M.Eng.Sc., Ph.D.
- Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

## **Tim Editor:**

- Meylanie Olivya (Koordinator)
- Wisna Saputri
- Sarma Thaha
- Arni Litha
- Sahbuddin Abdul Kadir

## **Desain Sampul dan Tata Letak:**

- Alvian Bastian

## **Penerbit:**

Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Ujung Pandang

## **Redaksi:**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

Tlp. 0411-585368

E-mail: [teknik-elektro@poliupg.ac.id](mailto:teknik-elektro@poliupg.ac.id)

## **Cetakan pertama, 2021**

Reproduksi atau penerjemahan sebagian atau keseluruhan dari makalah-makalah ini harus seizin dari Panitia SNTEI 2021, Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Ujung Pandang. Segala tindakan/perbuatan tanpa seizin dari pemilik hak cipta adalah suatu pelanggaran hukum. Pengajuan ijin atau informasi lebih lanjut, harus dialamatkan ke Panita SNTEI 2019, Jurusan Teknik Elektro - Polteknik Negeri Ujung Pandang

**SUSUNAN PANITIA  
SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTEI) 2021**

<b>Pelindung</b>	:	Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. (Direktur PNUP)
<b>Pengarah</b>	:	Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D. (WD I PNUP) Dr. Sirajuddin Omsa, S.E., M.Ed.Mgmt. (WD II PNUP) HR. Fajar, S.T., M.Eng. (WD III PNUP)
<b>Penanggung Jawab</b>	:	Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. (Ketua Jurusan Teknik Elektro)
<b>Ketua Pelaksana</b>	:	Mardhiyah Nas, S.T., M.T.
<b>Sekretaris</b>	:	Andarini Asri, S.T., M.T.
<b>Wakil Sekretaris</b>	:	Tantri Indrabulan, S.T., M.T.
<b>Bendahara</b>	:	Mardawia Mabe Parenreng., S.ST., M.T.

**Seksi Pendaftaran :**

1. M. Nur Yasir Utomo, S.ST., M.Eng. (Koordinator)
2. Nandy Rizaldy Najib, S.T., M.T.
3. Reski Praminasari, S.T., M.T.
4. Musfirah Putri Lukman, S.T., M.T.

**Seksi Prosiding :**

1. Meylanie Olivya, S.T., M.T. (Koordinator)
2. Wisna Saputri Alfira WS, S.Pd., M.T.
3. Sarma Thaha, S.T., M.T.,
4. Arni Litha, S.T., M.T.
5. Sahbuddin Abdul Kadir, S.T., M.T.

**Seksi Komsumsi :**

1. Kurniawati Naim, S.T., M.T. (Koordinator)
2. Dr. Khairun Nisa, S.Pd.I., M.Pd.I.
3. Zawiyah Saharuna, S.T., M.T.
4. Hasmiati

**Seksi Acara :**

1. Alamsyah Achmad, S.Pd., M.T. (Koord.)
2. Naely Muchtar, S.Pd., M.Pd.
3. Sofyan, S.T., M.T.
4. Syahril Syam, S.Kom., M.T
5. Kartika Dewi, S.T., M.T.

**Seksi Publikasi dan Dokumentasi :**

1. Alvian Bastian, S.ST., M.Sc. (Koordinator)
2. Syahrir, S.T., M.T
3. Muh. Ahyar, S.T., M.T.
4. Bagus Prasetyo, S.Pd., M.T.
5. Nurul Khaerani Hamzidah, S.T., M.T.

**Seksi Perlengkapan dan Akomodasi :**

1. Usman, S.T., M.T. (Koordinator)
2. Muh. Imran Bachtiar, S.T., M.T.
3. Kazman Riyadi, S.T., M.T.
4. Misra Angraeni, A.Md.
5. Zamrutdin
6. Syafaruddin

**Seksi Pembantu Umum :**

1. Irmawati, S.T., M.T.
2. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
3. Ir. Dahlia, M.T.
4. Ruslan L, S.T., M.T.
5. Yuniarti, S.ST., M.T.
6. Fitriaty Pangerang, S.T., M.T.
7. Ahmad Rosyid Idris, S.T., M.T.
8. Eddy Tungadi, S.T., M.T.
9. Asriyadi, S.ST., M.Eng.
10. Ir. Abdullah Bazergan, M.T.
11. Nurdinah

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan YME atas selesainya penyusunan Publikasi Ilmiah atau Proceeding Jurnal Ilmiah. Proceeding ini adalah kumpulan hasil persentasi pada Seminar Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021 yang diselenggarakan pada hari Selasa tanggal 21 September 2021 di Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang, Maros, Sulawesi Selatan oleh Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP).

Dampak pandemi virus corona membuat semua orang kembali ke norma global selama beberapa bulan terakhir. Ditambah dengan teknologi yang muncul, ketidakpastian politik dan ekonomi, COVID-19 akan mengubah seluruh sistem ekonomi dan teknologi. Selain itu, pendidikan sedang mengalami pergeseran besar dalam dunia maya yang semakin digital dan saling terhubung. Ketahanan dan konektivitas akan menjadi semboyan baru karena dunia institusi dan industri berusaha menyesuaikan diri dengan masa depan yang tidak dapat diprediksi ini.

Indonesia sendiri menyadari bahwa upaya penerapan jaringan 5G akan menuntut belanja modal yang besar khususnya untuk penyediaan small-cell densification 5G serta ekosistem digital yang canggih. Oleh karena itu, Menteri Kominfo menyatakan ibu kota negara baru Indonesia ini akan menjadi kota kandidat terbaik dan potensial untuk menerapkan 5G pertama di Indonesia. Selain Ibu Kota baru/Ibu Kota Negara (IKN), eilayah lain yang akan secara terbatas diterapkan sinyal 5G yaitu enam ibu kota provinsi di Pulau Jawa, lima destinasi wisata superprioritas dan satu industri manufaktur. Sehingga, jumlah yang terbatas itu sebanyak 13 wilayah dengan target rampung pada 2024 mendatang. Kemajuan teknologi telekomunikasi menuntut adanya transformasi, tidak terkecuali dalam bidang pendidikan.

Kami selaku penyelenggara SNTEI tahun 2021 menyampaikan terima kasih kami kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan untuk terselenggaranya kegiatan ini dan para peserta yang turut hadir pada kegiatan ini. Penghargaan kami yang setinggi tingginya kepada para akademisi dan mahasiswa dari beberapa institusi Pendidikan yang berkenan mendaftarkan makalah. Ungkapan syukur dan terima kasih juga kami haturkan kepada seluruh panitia SNTEI 2021 serta tim reviewer yang telah bekerja dengan kesungguhan hati dan semangat demi suksesnya kegiatan ini. Semoga rangkaian kegiatan SNTEI 2021 memberikan banyak manfaat dan pengetahuan untuk seluruh peserta dan masyarakat.

Makassar, September 2021

Wassalam,

Panitia Pelaksana

## DAFTAR ISI

Halaman Judul		i
Susunan Panitia		iii
Kata Pengantar		iv
Daftar Isi		v
1. SNTEI2021_TIL01	Analisis Pengujian Pemutus Tenaga (PMT) Bay Punagaya Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Tallasa <b>Andi Muhammad Fikri, Hatma Rudito, Usman</b>	1
2. SNTEI2021_TIL02	Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi 20 Kv Terhadap Rugi-Rugi Daya dan Efisiensi pada Penyulang Hertasning Baru PT PLN (Persero) ULP Panakukkang Makassar <b>Zulkhulaifah, Bakhtiar, Hatma Rudito</b>	6
3. SNTEI2021_TIL03	Analisis Potensi Ampas Tebu Sebagai Pembangkit Listrik Biomassa Di Pabrik Gula Takalar <b>Braymand Beril Leko, Nirwan A. Noor, Usman</b>	12
4. SNTEI2021_TIL04	Analisis Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan terhadap Keandalan Sistem Distribusi 20 KV PT. PLN (Persero) Unit <b>Satriani Said Akhmad, Bakhtiar, Nirmayani</b>	17
5. SNTEI2021_TIL05	Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Rugi-Rugi Daya Dan Arus Netral Di Baloiya Kepulauan Selayar Serta Dampaknya Terhadap Pelanggan Distribusi <b>Ahmad Rifky Muflizar, Hatma Rudito, Ahmad Rosyid Idris</b>	24
6. SNTEI2021_TIL06	Analisis Perbaikan Faktor Daya Pada PT. Sari Usaha Mandiri <b>Satriani Said Akhmad, Muhammad Zulfikar Budi, Ahmad Rizal Sultan</b>	29
7. SNTEI2021_TIL07	Perancangan Modul Praktikum Catu Daya Dan Tegangan Menengah Pada Bengkel Tegangan Menengah Jurusan Teknik Elektro PNUP <b>Merdin Kasim, Sofyan, Usman</b>	35
8. SNTEI2021_TIL08	Pengujian Tahanan Isolasi pada Pemutus Tenaga (PMT) 20 kV Di Gardu Induk Tello 150 kV <b>Satriani Said Akhmad, Adelina Sukriyanti Jamin</b>	40
9. SNTEI2021_TIL09	Proteksi Transmisi 150 kV Maros – Sungguminasa Menggunakan Metode Pentanahan Langsung (Direct Grounding) <b>Arfan Jaya, Ahmad Rizal Sultan, Agus Salim</b>	44
10. SNTEI2021_TIL10	Analisis Koordinasi Recloser Dan Fco (Fuse Cut Out) Pada Feeder Express Mangkutana Out Kalaena PT. PLN (Persero) ULP Tomoni <b>Nurfadilla Arif, Aksan, Hamdani</b>	51

11.	SNTEI2021_TIL11	Analisis Kebutuhan Daya Listrik Pada Kapal Curah KM TL XVIII Dalam Rangka Efisiensi Energi <b>Rizka Ananda Marwan, Aksan, Nirwan A. Noor</b>	57
12.	SNTEI2021_TIL12	Analisis Efisiensi Generator Pada Unit 1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap 2x25 MW PT. Rekind Daya Mamuju <b>Fitri Wildani, Syarifuddin, Sarma Thaha</b>	63
13.	SNTEI2021_TIL13	Analisis Uji Kapasitas Baterai Pada Gardu Induk 150 KV Di Bantaeng New <b>Ra'uf S, Hamdani, Aksan</b>	68
14.	SNTEI2021_TIL14	Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao <b>Evan Januar Paembonan, Ahmad Rizal Sultan, Sofyan</b>	74
15.	SNTEI2021_TIL15	Analisis Penyebaran Harmonisa Pada Sistem Distribusi Radial Kota Bandar Lampung Menggunakan Metode Forward Backward Sweep dan Harmonic Load Flow <b>Muhira Dzar Faraby, Muhammad Daffa Cahyono Putra, Ontoseno Penangsang, Rony Seto Wibowo, Dimas Fajar Uman Putra, Mukhlisin, Andi Fitriati</b>	80
16.	SNTEI2021_TIL16	Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit Kelas I Makassar <b>Aditya Narayana Amurwa Bumi, Hamma, Tadjuddin</b>	86
17.	SNTEI2021_TIL17	Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Kerusakan Jointing Melalui Hotspot Thermovision pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Rantepao <b>Anisah Tsalis Mustari, Sarwo Pranoto, Tajuddin</b>	93
18.	SNTEI2021_TIL18	Analisis Pengaruh Pemasangan Sistem On Load Shedding (OLS) Pada Sisi Sekunder Transformator Tenaga I di Gardu Induk Mandai 70 kV <b>Rizki Tia Shoffi, Tadjuddin, Kurniawati Naim</b>	98
19.	SNTEI2021_TIL19	Analisis Pengaruh Pemasangan Counterpoise pada Tower Transmisi Saluran Udara Tegangan Tinggi 70 kV Line Mandai-Pangkep <b>Ahmad Rosyid Idris, Usman, Wanda Suyono</b>	104
20.	SNTEI2021_TIL20	Analisis Penambahan Kapasitor Shunt Untuk Memperbaiki Faktor Daya Pada Sisi Jaringan Tegangan Rendah Di PT. Semen Tonasa Unit V <b>Mega, Purwito, Ruslan L</b>	110
21.	SNTEI2021_TIL21	Analisis Koordinasi dan Setting Rele Arus Lebih pada Motor Induksi 6,3 KV di PLTU Mamuju <b>A. M. Nur Ramadan, Satriani Said Akhmad, Alimin Laundung</b>	116
22.	SNTEI2021_TIL22	Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban pada Jaringan Distribusi Sekunder di PT. PLN (Persero) ULP Watang Sawitto <b>Irawati Bursa, Ruslan L, Nirwan A. Noor</b>	122

23.	SNTEI2021_TIL23	Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Panakkukang <b>Nurainun Septiani, Sarma Thaha, Naely Muchtar</b>	129
24.	SNTEI2021_TIL24	Perencanaan Gardu Distribusi PT. Maccon Indonesia <b>Nur Ilmi Hamma</b>	136
25.	SNTEI2021_TIL25	Analisis Audit Energi Listrik pada PT PLN (Persero) Unit Layanan PLTA Bilibili Kab. Gowa <b>Darul Falah</b>	142
26.	SNTEI2021_TIL26	Analisis Pengoperasian Governor Sebagai Pengatur Kestabilan Frekuensi Pada PLTU Mamuju 2 x 25 MW <b>Nur Azizah Karim, Purwito, Hamdani</b>	147
27.	SNTEI2021_TIL27	Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Bayu <b>Alfian Hidayat Rachman, Aksan, Ashar AR</b>	152
28.	SNTEI2021_TIL28	Analisis Gangguan Gardu Distribusi Di PT PLN (Persero) ULP Watang Sawitto <b>Dian Fath Ashari, Ruslan L, Alimin</b>	158
29.	SNTEI2021_TIL29	Evaluasi Kinerja Setting Proteksi Over Current Relay dan Ground Fault Relay Jaringan Distrbusi 20 kV pada Gardu Induk Pankkukang <b>Mustari Rauf</b>	162
30.	SNTEI2021_TIL30	Anasis Susut Energi (Losses) Jaringan Tegangan Menengah (20KV) Di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar <b>Tri Wahyudi Listin, Sarma Thaha, Kurniawati Naim</b>	168
31.	SNTEI2021_TIL31	Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Rugi – Rugi Daya Pada Transformator Distribusi Ulp Karebosi <b>Dwi Apriliansyah, Purwito, Ahmad Gaffar</b>	178
32.	SNTEI2021_TIL32	Analisis Baterai Dalam Mempertahankan Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Punagaya 2X100 MW <b>Abimanyu</b>	185
33.	SNTEI2021_TIK01	SIPEDAS (Sistem Penyiraman Cerdas menggunakan Selang dengan Pengontrol Waktu pada Tanaman Bawang Merah) <b>Kisma, Arni Septiani, Zulfiandari, Wa Ode Zalmawati, Dahlia Nur</b>	192
34.	SNTEI2021_TIK02	Rancang Bangun Management Service Platform (MENTOR) sebagai Pendukung Ekosistem IoT <b>Muhammad Baso Adrian Ibrahim, Kasim, Eddy Tungadi</b>	197
35.	SNTEI2021_TIK03	Analisis Jarak Jangkauan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Berdasarkan Link Power Budget <b>Nurwahidah Jamal, Maria Ulfah, Andi Sri Irtawaty</b>	203



36.	SNTEI2021_TIK04	Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran untuk Pengenalan Komponen Total Station <b>Adelya Putri Restika, Hafsa Nirwana, Asriyadi</b>	208
37.	SNTEI2021_TIK05	Teknologi Open Source Untuk Lomba Keamanan Jaringan Berbasis CTF <b>Sultan Baharuddin Ulil Amrie, Eddy Tungadi, Irfan Syamsuddin</b>	215
38.	SNTEI2021_TIK06	Alat Peraga Pendidikan bagi Anak Usia Dini Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID) <b>Abdullah Bazergan, Rizal A. Duyo, Atriyani, Novita</b>	219
39.	SNTEI2021_TIK07	Sistem Monitoring Dan Controlling Lampu Lalu Lintas Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Lora <b>Gabril Hozanna, Dahlia Nur, Kasim</b>	223
40.	SNTEI2021_TIK08	Aplikasi Pembelajaran Sejarah Berbasis Seamless Learning <b>A.M. Yusril Ika Ramadhan, Dahlia Nur, Eddy Tungadi</b>	229
41.	SNTEI2021_TIK09	Sistem Rencana Kerja Tahunan Politeknik Negeri Ujung Pandang <b>Fibriani, Iin Karmila Yusri, Rini Nur</b>	235
42.	SNTEI2021_TIK10	Tani Emergency Assistant (TEMAN) Untuk Petani Padi <b>Nurul Arina, Muhammad Rafli Salam, Ainun Trisnaningrun, Muh. Alief Hanafie, Maemunah, Eddy Tungadi</b>	241
43.	SNTEI2021_IOT01	Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Iot <b>Farah Ardhia Maharani, Fia Magfirah, Hafsa Nirwana, Farchia Ulfiah</b>	245
44.	SNTEI2021_IOT02	Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Sarang Burung Walet Berbasis Internet Of Things <b>Poppy Tri Ningsih, Tadjuddin, Andi Wawan Indrawan</b>	251
45.	SNTEI2021_IOT03	Rancang Bangun Pendeteksi Keberadaan Sepeda Motor Berbasis Bluetooth <b>Muh. Alwi Nur, Natalia Milenia Baussa, Hafsa Nirwana, Farchia Ulfiah</b>	258
46.	SNTEI2021_IOT04	Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things <b>Aulia Ramadhani</b>	262
47.	SNTEI2021_IOT05	Rancang Bangun Sistem Notifikasi Kebakaran Menggunakan Aplikasi Telegram <b>Kartika Dewi, Mohammad Adnan, Farhan Zulfauzi, Nur Fachirah</b>	267
48.	SNTEI2021_IOT06	Rancang Bangun Prototype Smart Parking Berbasis Internet of Things (Iot) <b>Arni Litha, Sahbuddin Abdul Kadir, Divya Andini A.M, Wikhe Apriani Paulus</b>	271
49.	SNTEI2021_IOT07	Rancang Bangun Monitoring Pengunjung Mall dengan Standar Covid-19 Berbasis Arduino <b>Novianty Palinggi, Nik Abdul Aziz M., Daniel Kambuno, Nur Aminah</b>	276

50. SNTEI2021_IOT08	Rancang Bangun Sistem Penghemat Air pada Rumah Kost berbasis Internet of Things (IoT) <b>Christian Lumembang, Dr. Khairun Nisa, Muhammad Fauzan Nur, Risqal Maftuchah</b>	281
51. SNTEI2021_IOT09	Rancang Bangun Electronic Load Control Generator Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis Mikrokontroler dan IoT <b>Muh. Arga Basri, Sofyan, Kurniawati Naim</b>	288
52. SNTEI2021_IOT10	Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Solar Power Meter Berbasis Internet of Things (IoT) <b>Umar Muhammad, Syahrul Mustafa, Sofyan</b>	294
53. SNTEI2021_IOT11	Kacamata Cerdas untuk Melihat Hasil Pengukuran Tegangan Berbasis Mikrokontroler <b>Sahbuddin Abdul Kadir, Yuniarti, Astriana, Itzmi Azizah Hasim</b>	300
54. SNTEI2021_IOT12	Rancang Bangun Kontrol Kwh Meter Satu Phasa Berbasis Internet Of Things <b>A.Inayah Padlia Mustamin, Thalib Bini, Tadjuddin</b>	305
55. SNTEI2021_TEK01	Implementasi Kontrol PID untuk Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan STM32 <b>Ari Murtono, Fitri, Leonardo Kamajaya, Muhammad Shulton Al amin</b>	310
56. SNTEI2021_TEK02	Penalaan Parameter PID dengan Metode Ziegler-Nichols untuk Optimasi Kontrol Kecepatan Motor pada Alat Spin Coater <b>Nasrul Hamid, Ahyar Mansur</b>	315
57. SNTEI2021_TEK03	Implementasi Sistem Pembasmi Hama Pada Budi Daya Bawang Merah Berbasis Mikrokontroler <b>Yuniarti, Mardiyah Nas, Egy Diasafitri Muhtl, Rahma Hamsi</b>	320
58. SNTEI2021_TEK04	Sistem Pencacah Adaptif dengan Pintu Otomatis Berbasis Mikrokontroler <b>Christian Natanael T, Junita Pata'dungan S, Hafsa Nirwana, Nuraeni Umar</b>	323
59. SNTEI2021_TEK05	Rancang Bangun Robot Pengangkut Barang Untuk Monitoring Stok Gudang Berbasis Arduino <b>A. Nur Intang, Andhini Dwi Saputri, Dharma Aryani, Khairun Nisa</b>	326

# Proteksi Transmisi 150 kV Maros – Sungguminasa Menggunakan Metode Pentanahan Langsung (*Direct Grounding*)

Arfan Jaya<sup>1)</sup>, Ahmad Rizal Sultan<sup>2)</sup>, Agus Salim<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>1</sup> arfanjaya1999@gmail.com

<sup>2</sup> rizal.sultan@poliupg.ac.id

<sup>3</sup> agussalim16081967@gmail.com

## Abstrak

Penyaluran tenaga listrik keseluruhan daerah merupakan salah satu tanggung jawab penyedia dan pengelola tenaga listrik, dalam hal ini Perusahaan Listrik Negara (PLN) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) untuk mencukupi permintaan tenaga listrik di berbagai daerah. Untuk itu dibangun saluran transmisi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke pusat-pusat beban atau konsumen. Saluran transmisi 150 kV rute Maros – Sungguminasa merupakan daerah yang sering terjadi gangguan sambaran petir. Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sulawesi selatan terdapat 51 kali sambaran petir, karena berada di daerah persawahan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai tahanan pentanahan yang baik dan bagaimana pengaruh pentanahan pada menara transmisi SUTT 150 kV Maros – Sungguminasa. Untuk menentukan nilai tahanan yang baik digunakan metode pentanahan langsung (*direct grounding*). Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan nilai tahanan pentanahan yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebesar 8,66  $\Omega$  untuk tower 106, 107, dan 108 pada transmisi SUTT 150 kV Maros – Sungguminasa, sehingga nilai yang telah didapatkan tersebut telah sesuai dengan standar tahanan pentanahan yaitu dibawah 10  $\Omega$ .

**Kata Kunci:** Transmisi 150 kV, Tahanan Pentanahan, Direct Grounding

## I. PENDAHULUAN

Penyaluran tenaga listrik keseluruhan daerah merupakan salah satu tanggung jawab penyedia dan pengelola tenaga listrik, dalam hal ini Perusahaan Listrik Negara (PLN) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) untuk mencukupi permintaan tenaga listrik di berbagai daerah. Untuk itu dibangun saluran transmisi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke pusat-pusat beban atau konsumen. Penyaluran tenaga listrik dapat menggunakan saluran udara tegangan ekstra tinggi, saluran udara tegangan tinggi, dan saluran kabel tegangan tinggi [1].

Saluran transmisi merupakan bagian yang sering menerima gangguan, selain gangguan dari dalam atau pada peralatan itu sendiri juga terdapat gangguan dari luar, gangguan yang terjadi dapat berupa beban lebih, sambaran petir, badai, pohon tumbang dan hubung singkat. Saluran transmisi 150 kV rute Maros – Sungguminasa merupakan daerah yang sering terjadi gangguan sambaran petir. Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sulawesi selatan terdapat 51 kali sambaran petir, karena berada di daerah persawahan. Untuk mengatasi gangguan tersebut maka PLN ULTG Panakkukang melakukan penambahan sistem pentanahan dengan cara pemasangan pentanahan langsung (*Direct Grounding*).

## II. KAJIAN LITERATUR

### A. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)

Saluran udara tegangan tinggi adalah bangunan yang dibuat untuk sarana penyaluran tenaga listrik dari pusat

pembangkit ke Gardu induk (GI) dan ke Gardu induk (GI) lainnya, daya disalurkan melalui konduktor yang dipasang pada tower transmisi, konduktor yang direntangkan antara tiang-tiang (tower) melalui isolator-isolator dengan sistem tegangan tinggi. Pada saluran transmisi khususnya di Sulawesi tegangan yang disalurkan yaitu 150 kV. Contoh saluran udara tegangan tinggi sesuai pada gambar 1.



Gambar 1. Saluran Udara Tegangan Tinggi

### B. Gangguan-Gangguan Pada Jaringan SUTT 150 kV

#### 1. Petir

Petir adalah fenomena alam yang terjadi akibat pelepasan muatan listrik baik yang terjadi dari awan ke tanah, tanah ke awan atau antar awan. Petir merupakan kejadian alam di mana terjadi loncatan muatan listrik antara awan dengan bumi. Loncatan muatan listrik tersebut diawali dengan pengumpulan uap air di dalam awan. Pada ketinggian tertentu uap tersebut berubah menjadi kristal - kristal es. Karena di dalam awan terdapat angin ke segala arah, maka kristal - kristal es tersebut akan saling bertumbukan dan bergesekan sehingga memisahkan muatan positif dan muatan negatif. Pemisahan muatan inilah yang menjadi sebab utama terjadinya sambaran petir.

Kerusakan yang mungkin terjadi pada jaringan tegangan tinggi dan ekstra tinggi yaitu sambaran langsung pada kawat tanah menyebabkan *Flashover* pada Isolator disebut *Back Flashover* (BFO), Sambaran langsung ke kawat fasa sehingga menimbulkan gelombang berjalan menyebabkan *Flashover* pada Isolator disebut *Shielding Failures* (SF). BFO dan SF menyebabkan isolator pecah dan terjadi hubung singkat. Di bawah ini adalah contoh gangguan pada transmisi yaitu *backflashover*

2. Burung atau dedaunan

Burung atau dedaunan yang terbang dan menyentuh dua kawat penghantar SUTT baik antar fasa atau fasa dengan tower, maka dapat memungkinkan terjadinya loncatan bunga api listrik.

3. Debu

Debu yang menempel pada isolator dapat mengurangi kinerja isolator dalam mengisolasi suatu peralatan listrik serta bersifat konduktif yang dapat mengakibatkan loncatan bunga api listrik pada isolator tersebut.

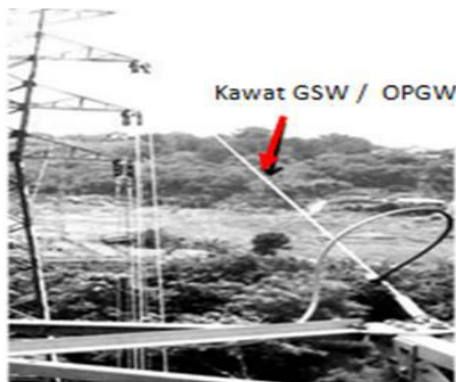
4. Pohon yang tumbuh disekitar SUTT

Pohon tumbuh disekitar SUTT akan menjadi berbahaya apabila telah melewati jarak aman yang diatur pada PUIL 2000, apabila pohon telah melewati batas aman maka sebaiknya dilakukan penebangan atau pemangkasan oleh pihak PLN.

C. Pengaman Dari Gangguan Petir

1. Kawat GSW/ OPGW

Kawat GSW/ OPGW adalah media untuk melindungi konduktor fasa dari sambaran petir. Kawat ini dipasang di atas konduktor fasa dengan sudut perlindungan yang sekecil mungkin, dengan anggapan petir menyambar dari atas konduktor. Namun jika petir menyambar dari samping maka dapat mengakibatkan konduktor fasa tersambar dan dapat mengakibatkan terjadinya gangguan.



Gambar 1. Kawat GSW / OPGW

2. Jumper GSW

Untuk menjaga hubungan Kawat GSW dan OPGW dengan tower, maka pada ujung travers Kawat GSW/ OPGW dipasang jumper GSW yang dihubungkan ke kawat GSW. Jumper GSW pada tipe tower *tension* dipasang antara tower dan Kawat GSW/ OPGW serta antar dead end

compression atau protection rods yang dilengkapi helical dead end kawat GSW/ OPGW. Hal ini dimaksudkan agar arus gangguan petir dapat mengalir langsung ke tower maupun antar kawat GSW/ OPGW. Sedangkan pada tipe tower *suspension*, Jumper GSW dipasang pada tower dan disambungkan ke kawat GSW/ OPGW dengan klem penghubung (pararel grup, wire clipe) ataupun dengan memasangnya pada *suspension clamp* kawat GSW/ OPGW.



Gambar 2. Jumper GSW

3. Arcing Horn

Alat pelindung proteksi petir yang paling sederhana adalah *arcing horn*. *Arcing horn* berfungsi memotong tegangan impuls petir secara pasif (tidak mampu memadamkan *follow current* dengan sendirinya). Bentuk dari *Arcing Horn* seperti pada gambar 4.



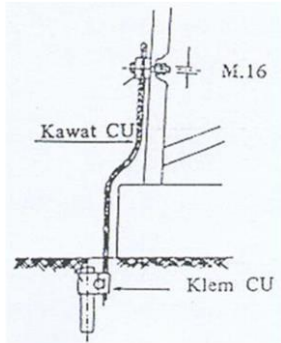
Gambar 3. Arcing Horn

4. TLA

Pada dasarnya jalur transmisi dirancang dengan baik sehingga kebal terhadap sambaran petir. Namun dalam beberapa kasus tidak mungkin untuk merancang dengan sempurna, hanya solusi optimal yang dapat dilakukan. Optimalisasi ini berdasarkan keseimbangan biaya dari desain dan outage yang dapat ditoleransi. Sementara perubahan desain jalur transmisi biasanya mahal, memasang arrester petir pada saluran transmisi TLA merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan *reliability* sistem. Sebuah transmission lightning arrester harus mampu bertindak sebagai insulator, mengalirkan beberapa miliampere arus bocor ke tanah pada tegangan sistem dan berubah menjadi konduktor yang sangat baik, mengalirkan ribuan ampere arus surja ke tanah, memiliki tegangan yang lebih rendah daripada tegangan withstand string insulator ketika terjadi tegangan lebih, dan menghilangkan arus susulan mengalir dari sistem melalui TLA (*power follow current*) setelah surja petir berhasil didisipasikan.

5. Pentanahan (*Grounding*)

Pentanahan tower adalah perlengkapan pembumian sistem transmisi yang berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari tiang SUTT ke tanah. Pentanahan tiang terdiri dari konduktor tembaga atau konduktor baja yang diklem pada pipa pentanahan yang ditanam di dekat pondasi tiang, atau dengan menanam plat aluminium/tembaga disekitar pondasi tiang yang berfungsi untuk mengalirkan arus dari konduktor tanah akibat sambaran petir. Berikut ini contoh dari pentanahan atau yang biasa disebut dengan *grounding* seperti pada gambar 5.



Gambar 4. Pentanahan

Perhitungan nilai tahanan pentanahan untuk jenis elektroda batang dapat digunakan persamaan  $R = \rho \frac{L}{A}$  dan didasarkan pada asumsi bahwa tahanan seragam pada seluruh volume tanah hal ini sangat jarang terjadi karena berbedanya jenis tanah disekitar pentanahan, maka dari itu persamaan yang dapat digunakan untuk elektroda tunggal dikembangkan oleh professor H.B. Dwight:

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

Dengan:

- R = tahanan kaki menara (ohm)
  - $\rho$  = tahanan jenis tanah (ohm.m)
  - L = panjang dari batang pentanahan (meter)
  - A = Luas penampang batang pentanahan (meter)
- Di bawah ini diberikan informasi pada Tabel 1 yang menunjukkan nilai tahanan jenis tanah berdasarkan jenis tanah yang berbeda.

Tabel 1. Tahanan jenis tanah berdasarkan standar PUIL 2011

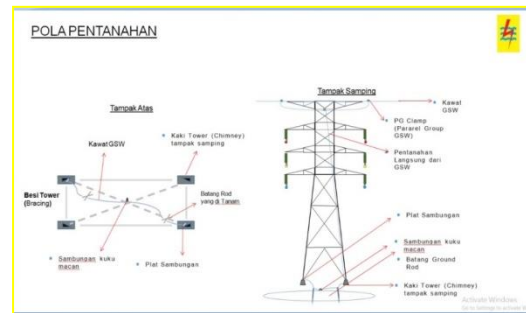
Jenis Tanah	Tahanan Jenis ( $\Omega\text{m}$ )
Tanah Rawa / Berair	30 $\Omega\text{m}$
Tanah Liat	100 $\Omega\text{m}$
Pasir Basah	200 $\Omega\text{m}$
Kerikil Basah	500 $\Omega\text{m}$
Pasir dan Kerikil Kering	1000 $\Omega\text{m}$
Tanah Berbatu	3000 $\Omega\text{m}$

D. Pola Pentanahan Langsung

Salah satu upaya untuk meningkatkan performa dalam perlindungan terhadap sambaran petir langsung adalah dengan membuat saluran pembuangan sambaran petir langsung dari *groundwire* ke pentanahan atau dikenal sebagai *direct grounding*.

*Groundwire* atau *earth wire* (kawat petir / kawat tanah) adalah media untuk melindungi kawat fasa dari sambaran petir. Kawat ini dipasang di atas kawat fasa dengan sudut perlindungan yang sekecil mungkin, karena dianggap petir menyambar dari atas kawat. Prinsip dari pemakaian kawat tanah ini adalah bahwa kawat tanah akan menjadi sasaran sambaran petir sehingga melindungi kawat fasa dengan daerah/zona tertentu.

Dalam kasus sambaran petir yang terjadi pada saluran transmisi rute Maros - Sungguminasa *groundwire* belum cukup untuk memproteksi kawat fasa sepenuhnya. Sambaran petir pada tower transmisi pada *groundwire* akan dialirkan, atau dibuang ke pentanahan melalui tower transmisi, namun besarnya resistansi tersebut mengakibatkan arus petir tidak dapat terbang sempurna ke tanah sehingga menyebabkan timbulnya beda potensial antara tower dan kawat fasa yang menyebabkan *backflashover* atau lompatan karena kenaikan potensial oleh sebab tingginya tahanan kaki menara. Pola pemasangan pentanahan langsung tersebut dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 5. Pola Pentanahan Langsung

E. Tegangan Pada Puncak Menara dan Tegangan Lengan Menara

Untuk menghitung tegangan pada puncak menara diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$V_T = \left[ Z_I - \frac{Z_W}{1-\psi} \left( 1 - \frac{\tau_T}{1-\psi} \right) \right] \cdot I \dots \dots \dots (2)$$

Dengan:

$$\tau_T = \frac{h}{300} \mu\text{s} \dots \dots \dots (3)$$

$$Z_I = \frac{Z_g Z_t}{Z_g + 2Z_t} \dots \dots \dots (4)$$

$$Z_w = \left[ \frac{2Z_g^2 Z_t}{(2Z_g + Z_t)^2} \right] \left[ \frac{Z_t - R}{Z_t + R} \right] \dots \dots \dots (5)$$

$$\psi = \left[ \frac{2Z_t - Z_g}{(2Z_t + Z_g)^2} \right] \left[ \frac{Z_t - R}{Z_t + R} \right] \dots \dots \dots (6)$$

Dengan:

$Z_g$  = impedansi surja kawat tanah  
 $Z_t$  = impedansi surja menara  
 $R$  = tahanan kaki menara

Tegangan pada crossarm dapat dihitung dengan interpolasi tegangan puncak menara dengan tegangan dasar menara. Persamaan dari tegangan crossarm sebagai berikut.

$$V_{pn} = V_R + \frac{\tau_T - \tau_{pn}}{\tau_T} [V_T - V_R] \dots \dots \dots (7)$$

Dengan menghitung tegangan pada kaki menara terlebih dahulu.

$$V_R = \left[ \frac{\alpha_R Z_I}{1 - \psi} \right] \left[ 1 - \frac{\psi \cdot \tau_T}{(1 - \psi)} \right] \cdot I \dots \dots \dots (8)$$

$$\alpha_R = \frac{2 \cdot R}{Z_t + R} \dots \dots \dots (9)$$

$$\tau_T = \frac{Y_n}{300} \mu s \dots \dots \dots (10)$$

Dengan:

$\tau_{pn}$  = waktu rambat dari puncak menara ke crossarm  
 $\tau_T$  = waktu rambat dari puncak menara ke dasar menara  
 $Y_n$  = jarak vertikal puncak tower ke crossarm

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu Penelitian

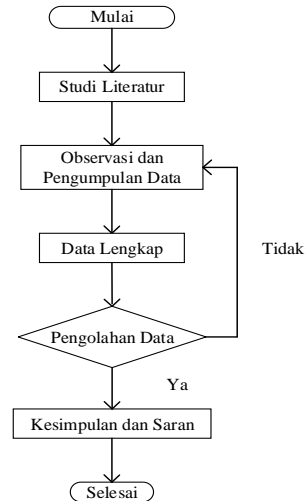
Penelitian yang dilakukan penulis terkait Proteksi transmisi 150 kV Maross – Sungguminasa Menggunakan Metode Pentanahan Langsung (*Direct Grounding*) dilaksanakan di PT PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panak kukang yang terletak di Jalan Letjen Hertasning, Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada bulan Januari – Maret 2021.

#### B. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode pentanahan langsung dalam menentukan tahanan pentanahan. Pada prosedur penelitian seperti Gambar 7 menjelaskan alur yang akan dilakukan dalam pembuatan jurnal ini. Diawali dengan studi literatur, lalu melakukan observasi dan mengumpulkan data. Kemudian mengolah data menggunakan rumus tahanan pentanahan. Dari proses pengolahan data didapatkan hasil dan pembahasan, sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai hasil evaluasi.

#### C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur yang berkaitan dengan penulisan jurnal ini, observasi pada Tower Transmisi 150 kV Rute Maros - Sungguminasa, mengumpulkan data yang diperlukan, melakukan wawancara dengan staff OPHAR PT PLN (Persero) ULTG Panakkukang, dan melakukan dokumentasi sebagai penunjang penelitian.



Gambar 6. Bagan Alur Prosedur Penelitian

#### D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan peneliti dalam penelitian ini merujuk pada tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Berdasarkan tujuan penelitian, maka analisis data yang digunakan adalah analisis data deskriptif dengan cara menghitung nilai perbaikan tahanan pentanahan pada tower 106, 107, 108, rute maros – sungguminasa, membandingkan hasil teori perhitungan perbaikan nilai tahanan pentanahan tower transmisi dengan data nilai tahanan pentanahan di lapangan. Dari perbandingan tersebut dapat diperoleh hasil perbaikan nilai tahanan pentanahan pada tower transmisi 150 kV rute maros – sungguminasa.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Saluran Transmisi 150 kV Rute Maros – Sungguminasa

Saluran Transmisi 150 kV Rute Maros – Sungguminasa milik PT PLN (Persero) ULTG Panakkukang, terletak di Jalan Letjen Hertasning, Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Dengan jumlah tower sebanyak 142, tipe tower yang digunakan ada dua macam yaitu tower jenis *tension* dan *suspension*, untuk konduktor digunakan tipe ACSR, spesifikasi tower transmisi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi tower transmisi

Spesifikasi	Panjang (meter)
Tinggi menara	32.2
Lebar menara	7.551
Panjang lengan kawat tanah	2.668
Panjang lengan kawat fasa	4.013
Jarak antar lengan kawat tanah dan kawat fasa	2.9
Jarak antar lengan kawat fasa	4.7
Jarak antar menara	300

**B. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan**

Sebelum melakukan pemasangan pentanahan langsung, lebih dulu dilakukan pengukuran nilai tahanan pentanahan sebelum pemasangan. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui nilai tahanan pentanahan sebelum dilakukan pemasangan pentanahan langsung agar dapat diketahui bahwa kegiatan yang akan dilakukan sesuai atau tidak. Hasil dari pengukuran yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil pengukuran tahanan pentanahan

No. Tower	Nilai Tahanan Pentanahan
106	12.50
107	12.75
108	13.20

Berdasarkan hasil pengukuran yang didapatkan terlihat bahwa nilai tahanan pentanahan dari ketiga tower belum memenuhi nilai standar pentanahan yang telah ditentukan sesuai dengan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) nomor 0520-1.K/DIR/2014 yang menyatakan bahwa untuk tower transmisi 150 kV nilai tahanan pentanahan yaitu dibawah 10 ohm. Sehingga nilai tahanan pentanahan untuk ketiga tower tersebut tidak cukup layak untuk menggunakan sistem transmisi. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan pemasangan pentanahan langsung.

**C. Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan Secara Teori**

Nilai tahanan pentanahan harus dibawah 10 Ω untuk sistem transmisi 150 kV. Adapun desain dan perhitungan secara teori dapat dilakukan dengan merujuk pada persamaan (1):

Rumus untuk perhitungan satu buah elektroda rod :

- a) Dengan menggunakan data tower 106 :  
Tahanan jenis tanah ( $\rho$ ) = 30 Ohm-meter untuk tanah sawah

Panjang elektrode (L) = 3 meter

Diameter elektroda (A) = 3/4 inch = 1,905 cm = 0,01905 m

Jari-jari elektrode (r) = 1,905 / 2 = 0,009525 m

$$R = \left( \frac{30}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \right) \left[ \ln \left( \frac{4 \cdot 3}{0,01905} \right) - 1 \right]$$

$$R = \left( \frac{30}{18,84} \right) \left[ \ln (629,92) - 1 \right]$$

$$R = (1,592)[6,445 - 1]$$

$$R = 1,592 \cdot 5,445$$

$$R = 8,668 \Omega$$

Untuk data tower 107 dan 108 sama dengan data pada tower 106 di atas. Sehingga perhitungan di atas berlaku untuk tower 107 dan 108. Nilai tahanan pentanahan yang didapatkan telah memenuhi standar nilai tahanan pentanahan tower untuk sistem transmisi 150 kV sehingga

batang elektroda tidak perlu di paralelkan untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang lebih kecil.

Setelah dilakukan pemasangan pentanahan langsung, kemudian dilakukan pengukuran tahanan pentanahan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan

Tower	Nilai Tahanan Pentanahan	
	Sebelum	Sesudah
106	12.50	8.35
107	12.75	8.40
108	13.20	8.50

Nilai-nilai tersebut dikatakan telah memenuhi standar PT PLN Persero, yaitu nilai tahanannya dibawah 10 Ω, sehingga dalam penggunaannya layak untuk digunakan sebagai media penyalur surja petir dan peningkatan performa pentanahan tower dengan mengalirkan arus sambaran petir tanpa melalui body tower menuju ke tanah.

**D. Perhitungan Tegangan Puncak, Dasar dan Crossarm/Lengan Menara**

1. Perhitungan Tegangan Lompatan Api

$$Vf_0 = \left( K_1 + \frac{K_2}{t^{0.75}} \right) x 10^3 kV$$

$$Vf_0 = (0.4 x 1.8) x \frac{0.71 x 1.8}{2^{0.75}} 10^3$$

$$Vf_0 = 1479.90 kV$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai batas tegangan kemampuan isolator sebesar 1479,90 kV. Dari perolehan hasil tegangan ini maka nantinya dijadikan sebagai batasan tegangan terjadinya *back flashover* pada isolator.

2. Perhitungan Impedansi Surja Menara, Surja Kawat Tanah, Instrinsik dan Gelombang Menara.

$$Z_t = 30 \ln \left[ \frac{2(h^2 + r^2)}{r^2} \right]$$

$$Z_t = 30 \ln \left[ \frac{2(32.2^2 + 3.77^2)}{3.77^2} \right] = 149.90 \Omega$$

$$Z_g = 60 \ln \left( \frac{2h_t}{\sqrt{a_{12} r_{gw}}} \right)$$

$$Z_g = 60 \ln \left( \frac{2 \times 32.2}{\sqrt{5.336 \times 0.0055}} \right) = 355.74 \Omega$$

$$Z_l = \frac{Z_g Z_t}{Z_g + 2Z_t}$$

$$Z_l = \frac{355.74 \times 149.90}{355.74 + (2 \times 149.90)} = 81.35 \Omega$$

$$Z_w = \left[ \frac{2Z_g^2 Z_t}{(2Z_g + Z_t)^n} \right] \left[ \frac{Z_t - R}{Z_t + R} \right]$$



$$Z_w = \left[ \frac{(2 \times 355,74^2) 1149,90}{(2 \times 355,74 + 149,90)^2} \right] \left[ \frac{149,90 - 8,35}{149,90 + 8,35} \right]$$

$$Z_w = 45,74 \text{ kV}$$

Setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil nilai impedansi menara sebesar 149,90  $\Omega$ , impedansi surja kawat tanah sebesar 355,74  $\Omega$ , impedansi intrinsik sebesar 81,35  $\Omega$ , dan impedansi gelombang menara sebesar 45,74  $\Omega$ .

### 3. Menghitung Faktor Redaman

$$\psi = \left[ \frac{2Z_t - Z_g}{(2Z_t + Z_g)^n} \right] \left[ \frac{Z_t - R}{Z_t + R} \right]$$

$$\psi = \left[ \frac{2 \times 149,90 - 355,74}{(2 \times 149,90 + 355,74)^2} \right] \left[ \frac{149,90 - 8,35}{149,90 + 8,35} \right]$$

$$\psi = -0,00012 \text{ kV}$$

Dengan persamaan diatas, parameter untuk menghitung faktor redaman didapatkan dari hasil impedansi menara, impedansi surja kawat tanah dan nilai resistansi pentanahan menara. Sehingga didapat hasil faktor redaman yaitu -0,00012 kV.

### 4. Menghitung Waktu Rambat Gelombang dari Puncak ke Dasar Menara dan dari Puncak ke Crossarm

Untuk mengetahui waktu rambat gelombang dari puncak ke dasar menara dapat dihitung dengan persamaan:

$$\tau_T = \frac{h}{300} \mu s$$

$$\tau_T = \frac{32,2}{300} = 0,11 \mu s$$

Waktu rambat puncak yang menuju ke crossarm dengan persamaan:

$$\tau_{pn} = \frac{y_n}{300} \mu s$$

$$\tau_{pn} = \frac{2,9}{300} = 0,0097 \mu s$$

Sehingga didapatkan nilai waktu untuk rambat gelombang dari puncak ke dasar menara yang sebesar 0,11  $\mu s$ , dan rambat gelombang puncak ke crossarm sebesar 0,0097  $\mu s$ . waktu rambat gelombang puncak ke crossarm lebih cepat dibanding ke dasar menara, dikarenakan crossarm lebih dekat dari puncak menara.

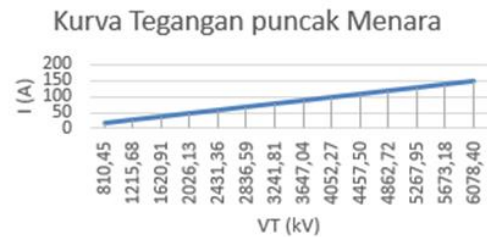
### 5. Menghitung Tegangan Puncak Menara

$$V_T = \left[ Z_1 - \frac{Z_w}{1 - \psi} \left( 1 - \frac{\tau_T}{1 - \psi} \right) \right] \cdot I$$

$$V_T = \left[ 81,35 - \frac{45,74}{1 - (-0,00012)} \left( 1 - \frac{0,11}{1 - (-0,00012)} \right) \right] \cdot 20$$

$$V_T = 810,45 \text{ kV}$$

Tegangan puncak menara terjadi karena adanya sambaran petir dan arus yang merambat menghadapi besaran impedansi. Dari hasil persamaan di atas didapat nilai tegangan puncak menara sebesar 810,45 kV. Berikut kurva tegangan puncak menara yang didapatkan.



Gambar 7. Kurva tegangan puncak menara

Dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa tegangan puncak menara dari sebuah transmisi dipengaruhi oleh nilai arus sambaran petir. Semakin besar nilai arus sambaran maka nilai tegangan puncak Menara yang dihasilkan akan tinggi. Kurva perbandingan menunjukkan bahwa apabila nilai arus sambaran sebesar 20 kA, maka nilai tegangan puncak menara 810,45 kV. Jika nilai arus sambaran sebesar 150 kA, maka nilai tegangan puncak menara 6078,40 kV.

### 6. Menghitung Tegangan Dasar Menara

Untuk mencari tegangan pada dasar menara, pembiasan pada tahanan kaki menara di hitung terlebih dahulu, dengan persamaan:

$$\alpha_R = \frac{2 \cdot R}{Z_t + R}$$

$$\alpha_R = \frac{2 \times 8,35}{149,90 + 8,35} = 0,106$$

Setelah nilai pembiasan dihitung dengan hasil sebesar 0,106, selanjutnya menghitung tegangan dasar menara dengan perhitungan persamaan:

$$V_R = \left[ \frac{\alpha_R \cdot Z_I}{1 - \psi} \right] \left[ 1 - \frac{\psi \cdot \tau_T}{1 - \psi} \right] \cdot I$$

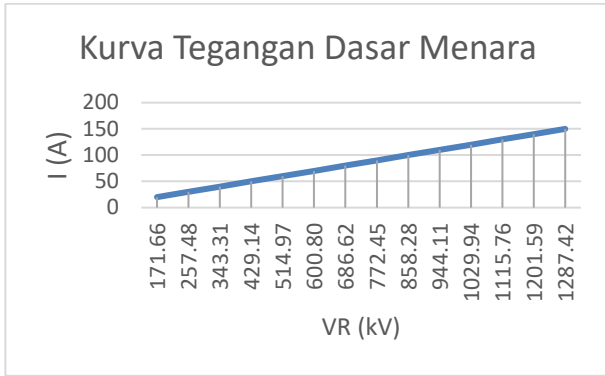
$$V_R = \left[ \frac{(-0,00012) \times 81,35}{1 - (-0,00012)} \right] \left[ 1 - \frac{(-0,00012) \times 0,11}{(1 - (-0,00012))} \right] \cdot 20$$

$$V_R = 171,66 \text{ kV}$$

Tegangan yang terjadi pada dasar menara yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah 171,66 kV. Berikut kurva tegangan dasar menara yang didapatkan.

Dapat dilihat pada Gambar 9 bahwa tegangan dasar menara dari sebuah transmisi dipengaruhi oleh nilai arus sambaran petir. Semakin besar nilai arus sambaran maka nilai tegangan dasar Menara yang dihasilkan akan tinggi. Kurva perbandingan menunjukkan bahwa apabila nilai arus sambaran sebesar 20 kA, maka nilai tegangan puncak menara 171,66 kV. Jika nilai arus sambaran sebesar 150 kA, maka nilai tegangan puncak menara 1287,42 kV.





Gambar 8. Kurva tegangan dasar menara

#### 7. Menghitung tegangan crossarm

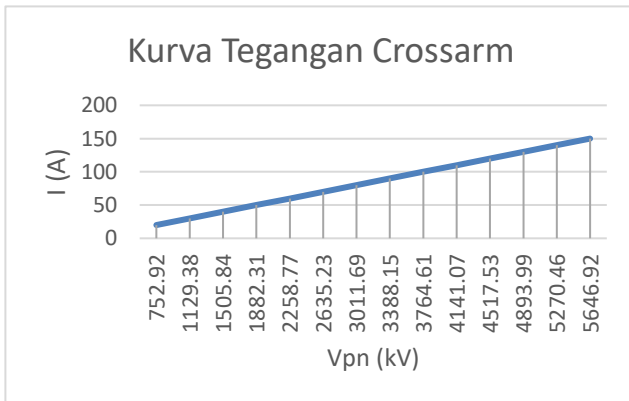
Parameter perhitungan tegangan crossarm diperoleh dari hasil tegangan menara, tegangan dasar menara dan waktu rambat gelombang dengan menggunakan persamaan (2.19)

$$V_{pn} = V_R + \frac{\tau_T - \tau_{pn}}{\tau_T} [V_T - V_R]$$

$$V_{pn} = 171.66 + \frac{0.11 - 0.0097}{0.11} [810.45 - 171.66]$$

$$V_{pn} = 752.92 \text{ kV}$$

Tegangan yang terjadi pada crossarm yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah 752,92 kV. Apabila tegangan Vpn terjadi sama atau melebihi dari tegangan Vfo maka terjadi *back flashover*.



Gambar 10. Kurva Tegangan Crossarm

Dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa tegangan crossarm dari sebuah transmisi dipengaruhi oleh nilai arus sambaran petir. Semakin besar nilai arus sambaran maka nilai tegangan crossarm yang dihasilkan akan tinggi. Kurva perbandingan menunjukkan bahwa apabila nilai arus sambaran sebesar 20 kA, maka nilai tegangan crossarm 752,92 kV. Jika nilai arus sambaran sebesar 150 kA, maka nilai tegangan crossarm 5646,92 kV.

## V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Nilai tahanan pentanahan yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebesar 8,66  $\Omega$  untuk tower 106, 107, dan 108 pada transmisi SUTT 150 kV Maros – Sungguminasa, Sehingga nilai yang telah didapatkan tersebut telah sesuai dengan standar tahanan pentanahan yaitu dibawah 10  $\Omega$ .
2. Setelah melakukan pemasangan pentanahan langsung pada tower 106. 107, dan 108 maka pengaruh yang terjadi adalah mengecilnya nilai tahanan pentanahan sehingga, dapat melindungi peralatan tower ketika terjadi gangguan seperti sambaran petir.
3. Pada kondisi nilai resistansi kaki menara 8,35  $\Omega$  dengan karakteristik arus sambaran sebesar 20 kA menghasilkan tegangan puncak menara sebesar 810,45 kV dan 6078,40 kV untuk arus sambaran 150 kA, sedangkan tegangan dasar menara sebesar 171,66 kV untuk sambaran 20 kA dan 1287,42 Kv untuk sambaran 150 kA, serta nilai tegangan crossarm sebesar 752,92 kV untuk arus sambaran 20 kA dan 5646,92 kV untuk sambaran 150 kA.

## REFERENSI

- [1] Antonov, Reza Irwanto. (2017). *Studi Analisa Probabilitas Perlindungan Kawat Tanah Terhadap Gangguan Kilat Pada Kawat Fasa Berdasarkan Tipe Tower Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV (Aplikasi SUTT 150 kV Singkarak – Padang Panjang)*. Padang: Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang.
- [2] Djiteng Marsudi. 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Balai Penerbit & Humas ISTN.
- [3] Hutauruk, T.S. 1987 *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Ilham, A. M. 2016. *Mitigasi Gangguan Transmisi Akibat Sambaran Petir Line Sungguminasa – Maros*. Makassar: Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [5] PT PLN (Persero) No.0520-1.K/DIR/2014. 2014. *BUKU PEDOMAN PEMELIHARAAN SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI DAN EKSTRA TINGGI (SUTT/SUTET)*. Jakarta.
- [6] Reynaldo, Z. 2016. *Sistem Proteksi Petir pada Jaringan Transmisi, Distribusi dan Gardu Induk*. Makassar: Lightning Research Center School for Electrical Engineering & Informatic of ITB.
- [7] Safira Wulan Dari. 2017. *Evaluasi Pentanahan Langsung Tower Transmisi Sutt 150 Kv Rute Tello – Sungguminasa*, Makassar: Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [8] Yoppi Kurnia Putra.(2017). *Analisa Kemampuan Pentanahan Menara SUTT Terhadap Sambaran Petir Langsung Yang Mengakibatkan BackFlashOver Pada Saluran Transmisi 150 kV Ponorogo - Manisrejo*. Surabaya: Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang.