



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

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**

Pelindung	:	Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. (Direktur PNUP)
Pengarah	:	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)
Penanggung Jawab	:	Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. (Ketua Jurusan Teknik Elektro)
Ketua Pelaksana	:	Mardhiyah Nas, S.T., M.T.
Sekretaris	:	Andarini Asri, S.T., M.T.
Wakil Sekretaris	:	Tantri Indrabulan, S.T., M.T.
Bendahara	:	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. Zawayah 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 Andi Muhammad Fikri, Hatma Rudito, Usman	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 Zulkhulaifah, Bakhtiar, Hatma Rudito	6
3. SNTEI2021_TIL03	Analisis Potensi Ampas Tebu Sebagai Pembangkit Listrik Biomassa Di Pabrik Gula Takalar Braymand Beril Leko, Nirwan A. Noor, Usman	12
4. SNTEI2021_TIL04	Analisis Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan terhadap Keandalan Sistem Distribusi 20 KV PT. PLN (Persero) Unit Satriani Said Akhmad, Bakhtiar, Nirmayani	17
5. SNTEI2021_TIL05	Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Rugi-Rugi Daya Dan Arus Netral Di Baloiya Kepulauan Selayar Serta Dampaknya Terhadap Pelanggan Distribusi Ahmad Rifky Muflizar, Hatma Rudito, Ahmad Rosyid Idris	24
6. SNTEI2021_TIL06	Analisis Perbaikan Faktor Daya Pada PT. Sari Usaha Mandiri Satriani Said Akhmad, Muhammad Zulfikar Budi, Ahmad Rizal Sultan	29
7. SNTEI2021_TIL07	Perancangan Modul Praktikum Catu Daya Dan Tegangan Menengah Pada Bengkel Tegangan Menengah Jurusan Teknik Elektro PNUP Merdin Kasim, Sofyan, Usman	35
8. SNTEI2021_TIL08	Pengujian Tahanan Isolasi pada Pemutus Tenaga (PMT) 20 kV Di Gardu Induk Tello 150 kV Satriani Said Akhmad, Adelina Sukriyanti Jamin	40
9. SNTEI2021_TIL09	Proteksi Transmisi 150 kV Maros – Sungguminasa Menggunakan Metode Pentanahan Langsung (Direct Grounding) Arfan Jaya, Ahmad Rizal Sultan, Agus Salim	44
10. SNTEI2021_TIL10	Analisis Koordinasi Recloser Dan Fco (Fuse Cut Out) Pada Feeder Express Mangkutana Out Kalaena PT. PLN (Persero) ULP Tomoni Nurfadilla Arif, Aksan, Hamdani	51

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

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

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

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

Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao

Evan Januar Paembonan¹⁾, Ahmad Rizal Sultan²⁾, Sofyan³⁾

^{1,2,3} Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

¹evanpaembonan11@gmail.com

²rizal.sultan@poliupg.ac.id

³sofiantato@poliupg.ac.id

Abstrak

Pada sistem distribusi tenaga listrik masih sering terdapat gangguan sehingga diperlukan peralatan proteksi agar berfungsi untuk mengamankan sistem jaringan dari gangguan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai arus gangguan hubung singkat, menentukan rating FCO serta melakukan simulasi ETAP 12.6.0. Analisis dilakukan dengan menghitung arus gangguan hubung singkat, menghitung *rating* FCO serta melakukan simulasi pada software ETAP 12.6.0. Hasil dari penelitian ini adalah jika jarak titik gangguan semakin panjang maka nilai arus hubung singkat semakin kecil, begitupun sebaliknya. Nilai hubung singkat pada jarak 4,45km = 2,35 kA untuk 3 fasa, 2,04 kA untuk 2 fasa dan 268,547 A untuk 1 fasa ke tanah, jarak 13,7km = 1,15 kA untuk 3 fasa, 1 kA untuk 2 fasa dan 249,803 A untuk 1 fasa ke tanah, jarak 16,05km = 1,01 kA untuk 3 fasa, 0,876 kA untuk 2 fasa dan 225,650 A untuk 1 fasa ke tanah. Untuk mengatasi hal tersebut, *Fuse Cut Out* (FCO) pada sisi beban atau sisi hilir harus dapat bekerja atau melebur dahulu untuk mengamankan gangguan sebelum FCO yang berada pada sisi hulu bekerja.

Kata kunci: Titik Gangguan, Arus Hubung Singkat, Fuse Cut Out

I. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi adalah suatu saluran atau jaringan yang menghubungkan dari sumber daya listrik besar (gardu induk) dengan para konsumen atau pemakai listrik baik itu pabrik, industri, atau rumah tangga. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*bulk power source*) sampai ke konsumen. Sistem distribusi daya listrik meliputi semua Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV dan semua jaringan Tegangan Rendah (JTR) 380/220 Volt hingga ke KWh meter pelanggan. Pendistribusian daya listrik dilakukan dengan menarik kawat-kawat distribusi melalui penghantar udara.

Pada sistem distribusi tenaga listrik masih sering terdapat gangguan sehingga diperlukan peralatan proteksi agar berfungsi untuk mengamankan sistem jaringan dari gangguan tersebut. Sistem di Unit Layanan Pelanggan khususnya di Rantepao sering terjadi gangguan dan terdapat beberapa penyebab terjadinya gangguan, seperti pohon, bambu yang tumbang, serta tersangkutnya layang-layang, Gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat dan gangguan beban lebih (*over load*). Sehingga dibutuhkan *Fuse Cut Out* (FCO) sebagai salah satu alat proteksi untuk melindungi jaringan distribusi dari kerusakan. Jaringan distribusi

merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan atau konsumen.

Sebaik apapun saluran distribusi terpasang selalu memerlukan alat proteksi diantaranya FCO yang berfungsi untuk mengamankan jaringan [1]. Tujuan pengamanan sistem tenaga listrik ialah terjaminnya penyaluran tenaga listrik, artinya bila terjadi gangguan (misalnya gangguan pada sistem distribusi yang sering terjadi) kalau mungkin tidak menimbulkan pemutusan daya, ataupun bila terpaksa, pemutusan tersebut diusahakan sesingkat mungkin. Pada Pemutus Tenaga (PMT) di Gardu Hubung (GH) khususnya penyulang Tondon untuk bulan Januari – Agustus 2020 telah terjadi 13 kali trip. Adapun penyebab utama terjadinya trip disebabkan oleh pohon dengan presentase 67%.

Oleh karena itu, dalam hal ini akan membahas mengenai FCO sebagai proteksi pada penyulang Tondon. Penelitian ini berisi tentang analisis besar arus hubung singkat yang bisa terjadi yang dirasakan oleh FCO penyulang Tondon yang nantinya akan menentukan rating FCO sebenarnya yang harus dipasang pada penyulang Tondon agar memperkecil daerah padam bila terjadi gangguan. Karena pemilihan FCO yang tepat pada sistem proteksi jaringan tegangan menengah akan meningkatkan keandalan dan kontinuitas pelayanan tenaga listrik.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi tersebut berfungsi untuk menyalurkan atau mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk sebagai pusat beban ke pelanggan-pelanggan secara langsung [2]. Klasifikasi jaringan distribusi primer menurut strukturnya : [3]

1. Jaringan radial
2. Jaringan distribusi jaring-jaring
3. Jaringan lingkaran (Loop)
4. Jaringan spindler

B. Fuse Cut Out (FCO)

FCO merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih. Alat ini akan memutuskan rangkaian listrik yang satu dengan yang lain apabila dilewati arus yang melewati kapasitas kerjanya.

Prinsip kerjanya adalah ketika terjadi gangguan arus maka *fuse* pada *cut out* akan putus, seperti yang ada pada SPLN 64 tabung ini akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem [4]. Hubungan antara arus dengan waktu meleburnya elemen FCO disebut karakteristik arus waktu. Meleburnya elemen FCO disebabkan oleh arus yang mengalir pada elemen *fuse* tersebut. Kecepatan meleburnya elemen FCO tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada elemen itu [5].

FCO digunakan sebagai pengamanan jaringan dari gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Pada sistem jaringan distribusi FCO dipasang untuk mengamankan komponen atau peralatan listrik lainnya seperti, transformator distribusi, kapasitor jaringan tegangan menengah, pengatur tegangan menengah dan titik percabangan jaringan tegangan menengah.



Gambar 1. Fuse Cut Out

C. Gangguan Arus Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat adalah suatu kondisi pada sistem tenaga dimana penghantar yang berarus terhubung dengan penghantar lain atau dengan tanah. Gangguan hubung singkat dapat terjadi akibat adanya isolasi yang tembus atau rusak karena tidak tahan

terhadap tegangan lebih, baik yang berasal dari dalam maupun yang berasal dari luar (akibat sambaran petir). Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi karena adanya kesalahan antara bagian-bagian yang bertegangan [6]

Gangguan hubung singkat dapat dibedakan atas:

1. Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah
2. Gangguan hubung singkat 2 fasa
3. Gangguan hubung singkat 3 fasa

D. Persamaan yang digunakan dalam Analisa

1. Perhitungan impedansi sumber [7]

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA_{sc}} \quad (1)$$

Di mana :

X_s = Impedansi sumber (Ω)
 kV^2 = Tegangan sisi primer trafo tegangan (kV)
 MVA_{sc} = Daya pada transformator (*short circuit*)

2. Perhitungan reaktansi transformator [7]

$$X_{T\ 100\%} = \frac{kV^2}{MVA} \quad (2)$$

Dimana:

X_{T1} = Impedansi trafo urutan positif (Ω)
 X_{T2} = Impedansi trafo urutan negatif (Ω)
 kV = Tegangan operasi (kV)
 MVA = Kapasitas daya trafo (MVA)
 $\%$ = Presentase impedansi tercantum

- a. Reaktansi trafo urutan positif dan negatif ($X_{T1} = X_{T2}$)

$$X_{T1} = 12,41\% \times X_{T\ 100\%} \quad (3)$$

Dimana:

X_{T1} = Impedansi trafo urutan positif (Ω)
 X_{T2} = Impedansi trafo urutan negatif (Ω)

- b. Reaktansi trafo urutan nol (X_{T0})

$$X_{T0} = 3 \times X_T \quad (4)$$

Dimana:

X_{T0} = Impedansi trafo urutan nol (Ω)
 $\%$ = Presentase impedansi tercantum

3. Perhitungan impedansi penyulang [7]

- a. Urutan positif dan negatif

$$Z_{Penyulang} = (R + jXL) l \quad (5)$$

Dimana:

R = Resistansi kawat saluran (Ω)
 jXL = Reaktansi kawat saluran (Ω)
 l = Panjang saluran (km)

- b. Urutan nol

$$Z_{Penyulang} = (R + jXL) l \quad (6)$$

Dimana:

R = Resistansi kawat saluran (Ω)

jXL = Reaktansi kawat saluran (Ω)

l = Panjang saluran (km)

c. Ekvivalen urutan positif dan negative

$$Z_{1eq} = X_{S2} + X_{T1} + Z_{1Penyulang} \quad (7)$$

Di mana :

X_s = Impedansi sumber (Ω)

X_{T1} = Impedansi trafo urutan positif (Ω)

d. Ekvivalen urutan nol

$$Z_{0eq} = X_{T0} + 3 R_N + Z_{0Penyulang} \quad (8)$$

Dimana:

X_{T0} = Impedansi trafo urutan nol (Ω)

R_N = Nilai pentanahan tahanan (Ω)

4. Perhitungan arus gangguan hubunng singkat [7]

a. Arus gangguan 1 fasa ke tanah

$$I_{sc} = \frac{3V_{L-N}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}} \quad (9)$$

Di mana :

V_{L-N} = Tegangan fasa-netral (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif rangkaian (Ω)

Z_2 = Impedansi urutan negative rangkaian (Ω)

Z_0 = Impedansi urutan nol rangkaian (Ω)

b. Arus gangguan 2 fasa

$$I_{sc} = \frac{V_{L-L}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} \quad (10)$$

Di mana :

V_{L-L} = Tegangan fasa-fasa (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif rangkaian (Ω)

Z_2 = Impedansi urutan negative rangkaian (Ω)

c. Arus gangguan 3 fasa

$$I_{sc} = \frac{V_{L-N}}{Z_{1eq}} \quad (11)$$

Di mana :

V_{L-N} = Tegangan fasa-netral (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif rangkaian (Ω)

5. Perhitunngan *rating fuse link* [8]

$$I_n = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} \quad (12)$$

Di mana :

I_n = Arus pengenal pada sisi primer atau sekunder (A)

S = Daya pengenal Trafo (kVA)

V = Tegangan pengenal pada sisi primer atau sekunder (V)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, sebagai berikut:

A. Melakukan metode studi literatur dimaksudkan untuk mempelajari referensi melalui buku, jurnal, halaman web, dan juga catatan atau

dokumen yang berkaitan dengan laporan tugas akhir ini. Pencarian informasi ini dilakukan untuk memperoleh dasar teori mengenai proteksi *Fuse Cut Out* dan beberapa hal yang berkaitan dengan masalah yang akan dianalisa.

B. Melakukan observasi yaitu metode dimana peneliti mengumpulkan data-data *real* serta melakukan pengamatan secara langsung terhadap peralatan yang ada pada Penyulang Tondon PT. PLN (Persero) ULP Rantepao.

C. Mengadakan wawancara dengan Staff Teknik, Supervisor Teknik dan Mitra Kerja Unit Layanan Pelanggan Rantepao. Penulis bermaksud untuk memahami lebih jauh mengenai pemilihan *fuse link* dan memperjelas data-data yang diperoleh pada saat observasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi data

PT. PLN (Persero) ULP Rantepao merupakan perusahaan pelayanan listrik pada jaringan distribusi kepada pelanggan. Jaringan tersebut terdiri dari beberapa penyulang yang saling terhubung. Salah satu penyulang di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao adalah penyulang Tondon yang terhubung dengan GI Makale yaitu pada Trafo I Makale dengan daya sebesar 20 MVA dan nilai reaktansi trafo 12,41%. Panjang total penyulang Tondon yaitu 49,72 km yang di mulai dari GH Rantepao sampai ke gardu distribusi GD. 680.KZ di daerah Kaleakan. (Unit Teknik PLN ULP Rantepao). Pada penyulang Tondon terdapat 59 trafo distribusi sebagai beban dengan tegangan kerja 150/20 kV.

B. Kondisi Gangguan pada Penyulang Tondon

Terdapat beberapa wilayah yang mengalami gangguan pada titik FCO yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

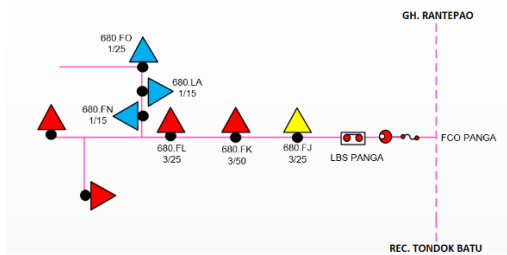
1. Gangguan FCO Panga

FCO Panga sering mengalami kegagalan kerja. Penyebab kegagalan kerja pada FCO Panga adalah seringnya putus pada FCO tersebut akibat gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Titik gangguan ini terjadi pada wilayah Panga dengan panjang penghantar 4,45 km dari penyulang.

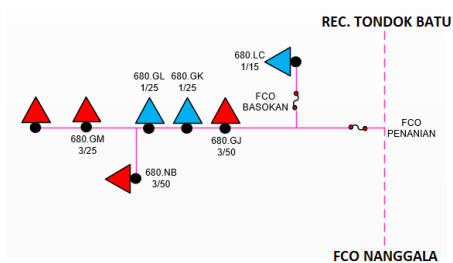
2. Gangguan FCO Penanian-Basokan

FCO Penanian dan FCO Basokan sering mengalami kegagalan kerja khususnya koordinasi antar FCO tidak bekerja dengan semestinya, sehingga menyebabkan daerah pemadaman semakin luas. Penyebab kegagalan kerja adalah seringnya putus pada FCO tersebut akibat gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Titik gangguan ini terjadi pada wilayah

Penanian-Basokan dengan panjang penghantar 13,7 km dari penyulang.



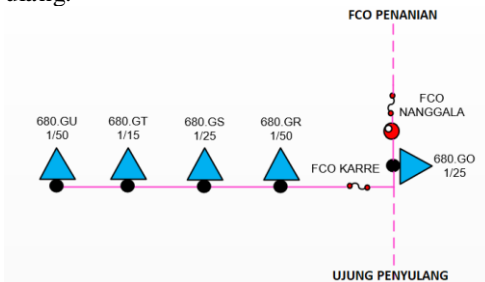
Gambar 2. Wilayah kerja FCO Panga



Gambar 3. Wilayah kerja FCO Penanian-Basokan

3. Gangguan FCO Nanggala-Karre

FCO Nanggala dan FCO Karre sering mengalami kegagalan kerja khususnya koordinasi antar FCO tidak bekerja dengan semestinya, sehingga menyebabkan daerah pemadaman semakin luas. Penyebab kegagalan kerja adalah seringnya putus pada FCO tersebut akibat gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Titik gangguan ini terjadi pada wilayah Nanggala-Karre dengan panjang penghantar 16,05 km dari penyulang.



Gambar 4. Wilayah kerja FCO Nanggala-Karre

C. Pembahasan

1. Perhitungan impedansi sumber

Data hubung singkat pada sisi primer 150 kV di gardu induk Makale adalah sebesar 1083 MVA, dari persamaan maka impedansi sumber (X_s) adalah :

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_s = \frac{150^2}{1083} = 20,77 \Omega \text{ (sisi primer)}$$

Untuk menghitung impedansi sumber disisi sekunder yaitu disisi 20 kV maka :

$$X_{S(\text{sisi } 20 \text{ kV})} = \frac{kV(\text{tegangan sisi sekunder trafo})^2}{kV(\text{tegangan sisi primer trafo})^2} \times X_s \text{ (sisi primer)}$$

$$X_{S(\text{sisi } 20 \text{ kV})} = \frac{20^2}{150^2} \times 20,77 \Omega = 0,37 \Omega \text{ (sisi sekunder)}$$

2. Perhitungan reaktansi transformator

Data reaktansi trafo tenaga di gardu induk Makale adalah sebesar 12,41%, maka untuk mengetahui besarnya nilai reaktansi urutan positif, negative, dan reaktansi urutan nol perlu diketahui besar nilai 100% yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$X_T 100\% = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_T 100\% = \frac{20^2}{20} = 20 \Omega$$

a. Reaktansi trafo urutan positif dan negatif ($X_{T1} = X_{T2}$)

Setelah nilai reaktansi trafo 100% diketahui kemudian mencari nilai reaktansi trafo urutan positif dan negatif, dapat dilihat sebagai berikut.

$$X_T = 12,41\% \times X_T 100\%$$

$$X_T = 12,41\% \times 20 \Omega = 2,482 \Omega$$

$$X_T = X_{T1} = j2,482 \Omega$$

b. Reaktansi trafo urutan nol (X_{T0})

Untuk mencari nilai reaktansi trafo urutan nol adalah sebagai berikut.

$$X_{T0} = 3 \times X_T$$

$$X_{T0} = 3 \times 2,482 \Omega = 7,446 \Omega$$

$$X_{T0} = j7,446 \Omega$$

3. Perhitungan arus hubung singkat

Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan khususnya untuk menghitung nilai arus gangguan hubung singkat, maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat

% Panjang Penyulang	Arus Hubung Singkat (A)		
	3 Fasa	2 Fasa	1 Fasa
Gangguan 1 $l = 4,45 \text{ km}$ (8,95%)	2358,456	2044,571	268,547
Gangguan 2 $l = 13,7 \text{ km}$ (27,55%)	1155,740	1000,900	249,803
Gangguan 3 $l = 16,05 \text{ km}$ (37,50%)	1012,362	876,693	225,650

4. Perhitungan nilai rating fuse link

Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan khususnya untuk menghitung nilai rating fuse link

maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

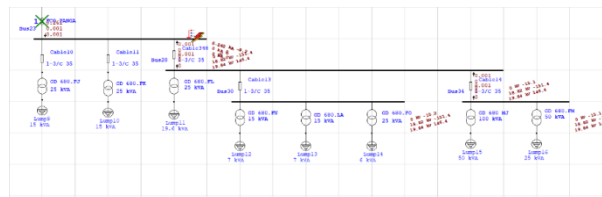
Tabel 2. Nilai Rating Fuse Link

Nama fco	Nilai Rating FCO	
	Terpasang (A)	Perhitungan (A)
FCO Panga	8	12
FCO Basokan	4	2
FCO Penanian	2	8
FCO Nanggala	6	20
FCO Karre	10	6

Setelah mendapatkan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat dan perhitungan nilai rating FCO, maka dapat dilakukan simulasi ETAP 12.6.0 untuk melihat cara kerja dari FCO tersebut. Karena gangguan terjadi di beberapa titik FCO, maka hasil simulasinya dapat dijabarkan sebagai berikut.

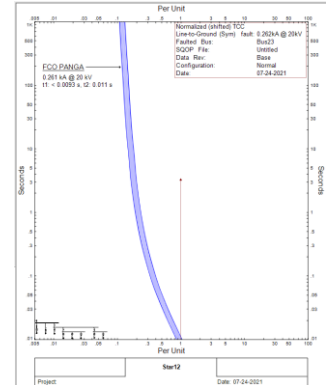
a. Gangguan pada wilayah FCO Panga

Berdasarkan data lapangan yang diperoleh nilai rating FCO yang terpasang pada FCO Panga adalah sebesar 8 A. Sedangkan dari hasil perhitungan didapatkan nilai sebesar 12 A. Titik gangguan tersebut terjadi karena rating FCO yang terpasang tidak sesuai. Untuk itu nilai rating FCO yang terpasang harus sesuai dan tepat yaitu dengan nilai sebesar 12 A agar FCO dapat berkerja dengan semestinya dan memperkecil daerah pemadaman. Untuk melihat cara kerja FCO ini dapat dilakukan simulasi *Protective Device Coordination* dengan menggunakan ETAP 12.6.0 yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proteksi Gangguan pada Wilayah Kerja FCO Panga

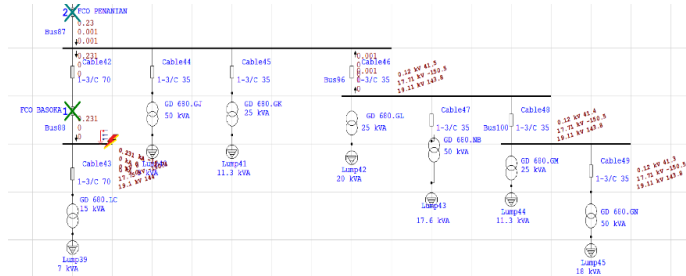
Berdasarkan hasil simulasi *Protective Device Coordination* yang di dapatkan pada gambar 4 gangguan terletak pada bus 23. Maka dapat di analisis bahwa ketika terdapat arus gangguan sebesar 2,35 kA untuk 3 fasa, 2,04 kA untuk 2 fasa dan 268,547 A untuk 1 fasa ke tanah yang berada dibawah FCO Panga, maka *fuse link* sebesar 12 A yang berada pada FCO Panga akan putus pada waktu tertentu. Berikut kurva FCO yang melebur pada saat terjadi gangguan yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Kerja FCO Panga

b. Gangguan pada wilayah FCO Penanian dan FCO Basokan

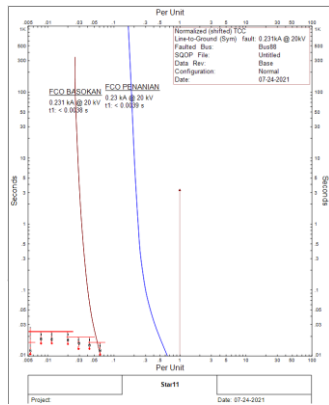
Berdasarkan data lapangan yang diperoleh nilai *rating* FCO yang terpasang pada FCO Penanian adalah sebesar 2 A dan FCO Basokan sebesar 4 A. Sedangkan dari hasil perhitungan FCO Penanian di dapatkan nilai sebesar 8 A dan FCO Basokan 2 A. Titik gangguan tersebut terjadi karena *rating* FCO Penanian dan FCO Basokan yang terpasang tidak sesuai. Untuk itu nilai *rating* FCO Penanian dan FCO Basokan yang terpasang harus sesuai dan tepat ya itu dengan nilai sebesar 8 A dan 2 A. Untuk melihat cara kerja FCO ini dapat dilakukan simulasi *Protective Device Coordination* dengan menggunakan ETAP 12.6.0 yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Proteksi Gangguan pada Wilayah Kerja FCO Penanian-Basokan

Berdasarkan hasil simulasi *Protective Device Coordination* yang di dapatkan pada gambar 6 gangguan terletak pada bus 88. Maka dapat di analisis bahwa ketika terdapat arus gangguan sebesar 1,15 kA untuk 3 fasa, 1 kA untuk 2 fasa dan 249,803 A untuk 1 fasa ke tanah, FCO yang bekerja terlebih dahulu adalah FCO Basokan dengan nilai *rating fuse link* sebesar 2 A akan putus karena titik gangguan berada pada wilayah kerja FCO Basokan.

Kurva FCO yang melebur pada saat terjadi gangguan ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Kurva Kerja FCO Penanian-Basokan

V. KESIMPULAN

- A. Gangguan hubung singkat yang sering terjadi pada penyulang Tondon dititik FCO yaitu antara lain berada pada sisi percabangan FCO Panga dengan nilai sebesar 2,35 kA untuk 3 fasa, 2,04 kA untuk 2 fasa dan 268,547 A untuk 1 fasa ke tanah, sisi Percabangan FCO Basokan dan FCO Penanian dengan nilai sebesar 1,15 kA untuk 3 fasa, 1 kA untuk 2 fasa dan 249,803 A dan pada sisi percabangan FCO Karre dan FCO Nanggala dengan nilai sebesar 1,01 kA untuk 3 fasa, 876,693 kA untuk 2 fasa dan 225,650 A untuk 1 fasa ke tanah.
- B. Untuk mengoptimalkan kinerja FCO pada jaringan distribusi khususnya pada penyulang Tondon maka diperlukan pemasangan FCO dengan nilai rating fuse link yang tepat yaitu antara lain pada FCO Panga sebesar 12 A, FCO Basokan sebesar 2 A, FCO Penanian sebesar 8 A, FCO Karre sebesar 6 A dan FCO Nanggala sebesar 20 A agar FCO tersebut mampu bekerja dengan baik dan meminimalisir daerah pemadaman jika terjadi gangguan. 876,693 kA untuk 2 fasa dan 225,650 A untuk 1 fasa ke tanah.

VI. REFERENSI

- [1] Bahri, Maslim. (2018). *Analisa Penempatan Recloser dan Fuse Cut Out terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik di Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Rimo*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2018
- [2] Pabla, A. S. (1986). *Electric Power Distribution Systems (Sistem Distribusi Daya Listrik)*. (A. Hadi, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- [3] Suhadi dkk. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- [4] SPLN64:1985. (1985). *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Listrik Negara.
- [5] Yusmartato, Nasution, R., & Armansyah. (2019). *Pemilihan Fuse Cut Out untuk Pengaman Transformator Distribusi 400 KVA*. Journal of Electrical Technology, Vol. 4, No. 2.
- [6] Suswanto, Daman. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik Edisi Pertama*. Padang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [7] Andi Alfian, Faqih. (2020). *Analisis Fuse Cut Out sebagai Proteksi pada Sistem Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Tulung Menggunakan Program ETAP*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- [8] Ibnu Khair, Muhammad. (2020). *Analisis Koordinasi FCO (Fuse Cut Out) terhadap Recloser di Penyulang Asabri pada PT. PLN (Persero) ULP Panakukang*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.