



# Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTTEI 2019)

**“Energi Baru dan Terbarukan:  
Harapan Menuju Ketahanan dan Kemandirian Energi Indonesia”**



**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**Claro Hotel and Convention**  
Makassar, 19 September 2019



**Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika  
SNTTEI 2019**

[sntte.poliupg.ac.id](http://sntte.poliupg.ac.id)



**ISBN : 978-623-91293-1-6**  
Publikasi Jurusan Teknik Elektro

# **PROCEEDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTEI) 2019**

Makassar, 19 September 2019

**Tema:**

**Energi Baru dan Terbarukan: “Harapan Menuju Ketahanan dan Kemandirian  
Indonesia”**

**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 Elektro

Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jl.Perintis Kemerdekaan KM 10 Makassar

2019

**PROCEEDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTEI) 2019**  
Tema: Energi Baru dan Terbarukan: “Harapan Menuju Ketahanan dan Kemandirian Indonesia”

ISBN :

**Tim Editor:**

- Irmawati (Koordinator)
- Sarma Thaha
- Nurul Khaerani Hamzidah
- Nandy Rizaldy Najib

**Desain Sampul dan Tata Letak:**

- Syahrir

**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, 2019**

Reproduksi atau penerjemahan sebagian atau keseluruhan dari makalah-makalah ini harus seizin dari Panitia SNTEI 2019, 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 Panitia SNTEI 2019, Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Ujung Pandang

**SUSUNAN PANITIA**  
**SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (SNTEI) 2019**

**PELINDUNG:**

PROF. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D (Direktur Politeknik Negeri Ujung pandang)

**PENGARAH:**

Ahmad Zubair Sultan, ST., MT., Ph.D (PDI Politeknik Negeri Ujung Pandang)

DR. Tawakkal, SE., M.Si., Ak. (PDII Politeknik Negeri Ujung Pandang)

Lidemar Halide, ST., MT. (PDIII Politeknik Negeri Ujung Pandang)

Fajar HR., ST., M.Eng (PDIV Politeknik Negeri Ujung Pandang)

**PENANGGUNG JAWAB:**

DR. Ir. Hafsa Nirwana (Ketua Jurusan Politeknik Negeri Ujung Pandang)

**KETUA PELAKSANA:**

Sarwo Pranoto

**SEKRETARIS:**

Bagus Prasetyo

Andarini Asri

**BENDAHARA:**

Kartika Dewi

**PUBLIKASI DAN DOKUMENTASI:**

- MUHAMMAD YASIR UTOMO (KOORDINATOR)
- SYAHRIR
- MEYLANI OLIVYA
- AHMAD SUBAIR

**SEKSI PEMBANTU UMUM:**

- AHMAD ROSYID IDRIS
- ANDI WAWAN INDRAWAN
- NURUL KHAERANI HAMZIDAH
- NANDY RIZALDY NAJIB

**REVIEWER:**

- AHMAD RIZAL SULTAN (KOORDINATOR)
- DHARMA ARYANI
- SIRMAYANTI
- MARWAN
- HAFSAH NIRWANA
- IIN KARMILA YUSRI
- IRFAN SYAMSUDDIN
- SARWO PRANOTO
- A.M. SHIDDIQ YUNUS
- AHMAD TAUFIK
- ZAHIR ZAINUDDIN
- MUHAMMAD BACHTIAR NAPPU

## 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) 2019 yang diselenggarakan pada hari Kamis tanggal 19 September 2019 di Hotel Claro, Makassar, Sulawesi Selatan oleh jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP). Kebutuhan energi yang terus meningkat dan telah menjadi persoalan di seluruh dunia menjadi dasar tema SNTEI 2019 yaitu “Energi Baru dan Terbarukan: Harapan Menuju Ketahanan dan Kemandirian Indonesia”.

Terdapat sejumlah 63 judul dalam proceeding ini, terdiri beberapa kategori. Kategorinya dari beberapa bidang ilmu Teknik Elektro dan Informatika, antara lain teknik listrik, telekomunikasi, kontrol/eletronika dan informatika, teknik komputer dan jaringan, dan teknik multimedia jaringan, dengan penulis dari berbagai perguruan tinggi dan instansi di Indonesia.

Kumpulan publikasi ilmiah ini bertujuan untuk menambah dan berbagi pengetahuan bagi semua pihak yang tertarik dengan karya-karya ilmiah baik itu akademisi maupun praktisi. Khususnya yang berkecimpung di bidang teknik elektro dan informatika. Agar publikasi ini menjadi lebih baik kedepannya, maka diharapkan saran atau masukan dari para pembaca untuk lebih menyempurnakan terbitan berikutnya.

Demikian pengantar kami dan diucapkan terima kasih kepada para pembaca dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelenggaraan SNTEI 2019 sampai dengan penyusunan prosiding ini. Akhir kata selamat, semoga Energi Indonesi semakin mandiri dan mari kita terus berkarya di bidang masing-masing untuk kemajuan bangsa dan negara.

Makassar, September 2019

Salam hormat,

Panitia Pelaksana

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
SUSUNAN PANITIA PANITIA .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
<b>I. KATEGORI I. TEKNIK ELEKTRONIKA, KONTROL DAN INFORMATIKA</b>	<b>1</b>
IMPLEMENTASI BIOTRANDUSER AMPEROMETRIK DENGAN METODE TEKNOLOGI SCREEN PRINTING .....	1
<b>Syupriadi Nasution<sup>1</sup>, Aminuddin Debataraja<sup>1</sup>, Robeth V. M<sup>2</sup>, Zainal Nur Arifin<sup>3</sup>.</b>	
SIMULASI PENGONTROLAN BUCK CONVERTER DC .....	7
<b>Lalu Febrian Wiranata<sup>1</sup>, I G Agung Made Sunaya<sup>2</sup>, I G Wahyu Antara Kurniawan<sup>3</sup>,</b>	
DESAIN DAN IMPLEMENTASI MODUL TRAINER ARDUINO PADA PRAKTIKUM MIKROKONTROLER .....	15
<b>Kifaya<sup>1</sup>, Kartika Dewi<sup>2</sup>, Christian Lumembang<sup>3</sup></b>	
RANCANG BANGUN MODUL PRAKTEK PENGATURAN LEVEL DAN SUHU AIR METODE ON-OFF BERBASIS LABVIEW .....	21
<b>Muh. Chaerur Rijal<sup>1</sup></b>	
<b>II. TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI</b>	<b>29</b>
REKAYASA PINTU OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER PADA PUSAT PERBELANJAAN.....	29
<b>Sirmayanti<sup>[1]</sup>, Muliana<sup>[2]</sup>, Kasmawati<sup>[3]</sup>, Farchia Ulfia<sup>[4]</sup></b>	
SISTEM INFORMASI MONITORING DAN PENJADWALAN WAKTU PENGISIAN TANGKI BBM BTS BERBASIS WEB MENGGUNAKAN RULE BASED EXPERT SYSTEM .....	35
<b>Alvian Bastian<sup>1</sup>, Muhammad Nur Yasir Utomo<sup>2</sup>.</b>	
SISTEM MANAJEMEN DISTRIBUSI PERSURATAN (STUDI KASUS: POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG) .....	41
<b>Harmawanti<sup>1</sup>, Rini Nur<sup>2</sup>, lin Karmila Yusri<sup>3</sup></b>	
<b>III. TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN</b>	<b>47</b>
DISTRIBUSI KONTEN DIGITAL PORTABEL MENGGUNAKAN OPEN WIRELESS ROUTER DAN PROTOKOL WEB DISTRIBUT AUTHORIZING VERSIONING .....	47
<b>Suci Sry Wahyu<sup>1</sup>, Drs. Kasim,M.T.<sup>2</sup>, Dr.Ir.Hafsah Nirwana,M.T<sup>3</sup>.</b>	

STUDI KELAYAKAN <i>SEED LABS</i> UNTUK PENUNJANG PRAKTIKUM <i>MOBILE SECURITY</i> .....	51
<b>Irfan Syamsuddin<sup>1)</sup>, Sahbuddin Abdul Kadir<sup>2)</sup>, Nopilyn Jaya<sup>3)</sup></b>	
PERANCANGAN MODUL MPLS VPN PADA MATA KULIAH REKAYASA JARINGAN KOMPUTER LANJUT PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN ....	57
<b>Festi Widyastuti<sup>1)</sup>, Irmawati<sup>2)</sup>, Zawiyah Saharuna<sup>3)</sup></b>	
IMPLEMENTASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL UNTUK OTOMATISASI SISTEM IRIGASI TETES .....	63
<b>Husnul Khatimah<sup>1)</sup>, Kasim<sup>2)</sup>, Kartika Dewi<sup>3)</sup></b>	
PERANCANGAN DASHBOARD DAN QUERY UNTUK MONITORING DATA SENSOR PADA MINIATUR STASIUN CUACA MENGGUNAKAN INFLUXDB DAN GRAFANA .....	69
<b>Titin Nurfadhila Sudirman<sup>1)</sup>, Drs. Kasim, M.T.<sup>2)</sup>, Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.<sup>3)</sup></b>	
DESAIN DAN IMPLEMENTASI SENSOR GATEWAY BERBASIS MIKROKONTROLER	75
<b>Lely Aylia 1<sup>(1)</sup>, Kasim 2<sup>(2)</sup>, Syahrir 3<sup>(3)</sup></b>	
ANALISIS PERFORMANSI METODE ROUND ROBIN DAN LEAST CONNECTION PADA OPENSTACK LOAD BALANCE AS A SERVICE(LBAAS) .....	81
<b>Rosyaid<sup>1)</sup>, Irawan<sup>2)</sup>, Dharma Aryani<sup>3)</sup></b>	
ANALISIS SENTIMEN PUBLIK TERHADAP PELAYANAN PEMERINTAH KOTA MAKASSAR BERDASARKAN DATA SOSIAL MEDIA .....	87
<b>Rosdiana<sup>1)</sup>, Eddy Tungadi<sup>2)</sup>, Zawiyah Saharuna<sup>3)</sup>, Muhammad Nur Yasir Utomo<sup>4)</sup></b>	
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS ZONASI SEKOLAH MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING UNTUK PENERIMAAN PESERTA DIDIK BARU .....	95
<b>Muladi Wahyudin<sup>1)</sup>, Meylanie Olivya<sup>2)</sup>, Irmawati<sup>3)</sup></b>	
SISTEM PENDAFTARAN UJIAN MASUK POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG	101
<b>Ayu Angreini<sup>1)</sup>, Iin Karmila Yusri<sup>2)</sup>, Eddy Tungadi<sup>3)</sup>, Muhammad Nur Yasir Utomo<sup>4)</sup></b>	
MODUL PERAGA PEMBAYARAN TRANSPORTASI CERDAS DENGAN TEKNOLOGI NEAR FIELD COMMUNICATION .....	107
<b>Irfan Syamsuddin<sup>1)</sup>, Iin Karmila Yusri<sup>2)</sup>, Rosalia<sup>3)</sup></b>	
DESAIN MONITORING UMUR LAMPU BERBASIS COMPUTER VISION .....	115
<b>Hadid Tunas Bangsawan<sup>1)</sup>, Lukman Hanafi<sup>2)</sup></b>	
SISTEM INFORMASI PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE DEEP LEARNING .....	121
<b>Andi Fajrial Ichsan<sup>1)</sup>, Dahlia<sup>2)</sup>, Eddy Tungadi<sup>3)</sup></b>	
<b>IV. TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN .....</b>	<b>129</b>
PROGRAM DETEKSI CNV DENGAN OCT IMAGE MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) .....	129
<b>Astrimianti<sup>1)</sup>, Sarwo Pranoto, Asriyadi<sup>3)</sup></b>	

RANCANG BANGUN APLIKASI VOUCHER BELANJA CERDAS PADA WARUNG KONVENSIONAL .....	135
<b>Nurfitriyani Selle Hafied<sup>1)</sup>, Muhammad Ilyas Syarif<sup>2)</sup>, Sarwo Pranoto<sup>3)</sup></b>	
SIMULASI DAN ANALISIS KINERJA APLIKASI VIDEO STREAMING PADA VEHICULAR AD HOC NETWORK(VANET) .....	143
<b>Dewi Sartika<sup>1)</sup>, Muh. Ahyar<sup>2)</sup>, Nurhayati<sup>3)</sup></b>	
MANASIK VIRTUAL (PENERAPAN APLIKASI VIRTUAL REALITY INTERAKTIF UNTUK MANASIK UMRAH) .....	149
<b>Dian Apriani Wahid<sup>1)</sup>, Asriani<sup>2)</sup>, Achmad Taufik<sup>3)</sup>, Nurhayati<sup>4)</sup>, Syahrir<sup>5)</sup></b>	
RANCANG BANGUN GAME LAKIPADADA .....	157
<b>Adnanta Tadewa</b>	
PERANCANGAN APLIKASI MOBILE TATA TULIS KARAKTER HURUF JEPANG HIRAGANA DAN KATAKANA UNTUK PEMULA .....	165
<b>Sri Puji Asyirah<sup>1)</sup>, Dharma Aryani<sup>2)</sup>, Nurhayati<sup>3)</sup></b>	
<b>V. TEKNIK TELEKOMUNIKASI .....</b>	<b>171</b>
ANALISIS PERHITUNGAN DAYA PADA SISTEM PENKOPPELAN FIBER OPTIK ..	171
<b>Rusdi Wartapane<sup>1)</sup>, Ardhiyanti Lestari<sup>2)</sup>, Irfa Annisa Rusli<sup>3)</sup></b>	
<b>VI. TEKNIK LISTRIK .....</b>	<b>179</b>
PENGARUH LAMA WAKTU AGING TEST TERHADAP KUALITAS KUAT CAHAYA PADA PRODUK LAMPU LED .....	179
<b>Deny Suryana</b>	
ANALISIS VIBRASI MOTOR PRIMARY AIR FAN MENGGUNAKAN VIBXPRT II UNTUK DETEKSI DINI KERUSAKAN MOTOR .....	187
<b>Wildan Kurnia Illahi</b>	
ANALISIS RECLOSER 3 FASA 20 KV SEBAGAI PENGAMAN ARUS LEBIH PADA SUTM 20 KV DI PENYULANG PHOKPAND .....	195
<b>Suryadi Amin<sup>1)</sup>, Bakhtiar<sup>2)</sup>, Ashar AR<sup>3)</sup></b>	
ANALISA SUSUT ENERGI SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA PT. PLN (PERSERO) RAYON MAROS .....	203
<b>Alifah Din Rakhmat<sup>1)</sup>, Ahmad Gaffar, Sarma Thaha<sup>3)</sup></b>	
ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA PENYULANG TAMALANREA DI PT.PLN (PERSERO) RAYON DAYA .....	211
<b>Tuti Hardiyanti RH.<sup>1)</sup>, Ahmad Rizal Sultan<sup>2)</sup>, Ahmad Gaffar<sup>3)</sup>,</b>	
STUDI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG 20 KV PADA PT PLN (PERSERO) RAYON DAYA DENGAN METODE SECTION TECHNIQUE .....	219
<b>Saldiana<sup>1)</sup>, Satriani Said Akhmad<sup>2)</sup>, Sofyan<sup>3)</sup>,</b>	



ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA UNIT PLTD PT. PLN (PERSERO) SEKTOR TELLO .....	225
<b>Abd. Hafid<sup>1)</sup>, H. Hamma<sup>2)</sup>, Nirwan A. Noor<sup>3)</sup></b>	
ANALISIS PENAMBAHAN GARDU SISIPAN PADA PENYULANG GUNUNG LOKA DI PT. PLN (PERSERO) RAYON BANTAENG .....	231
<b>Sitti Nur Rahma<sup>1)</sup>, Hamma<sup>2)</sup>, Tadjuddin<sup>3)</sup></b>	
ANALISIS SISTEM EKSTASIS GENERATOR PT.MAKASSAR TE'NE .....	239
<b>Fledy Zandjaya Danduru<sup>1)</sup>, Ahmad Rosyid Idris<sup>2)</sup>, Naely Muchtar<sup>2)</sup></b>	
ANALISIS KONSUMSI ENERGI PADA BANGUNAN ELECTRICAL ROOM KILN PT. SEMEN TONASA V .....	245
<b>Nur Wafiq<sup>1)</sup>, Tadjuddin<sup>2)</sup>, Hatma Rudito<sup>3)</sup></b>	
ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN TENAGA LISTRIK 20KV DI KAWASAN KIMA DENGAN KONSEP JARINGAN ZERO DOWN TIME (ZDT) PADA PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR DISTRIBUSI MAKASSAR .....	251
<b>Agustian<sup>1)</sup>, Sofyan<sup>2)</sup>, Ahmad Rosyid Idris<sup>3)</sup></b>	
AUDIT ENERGI LISTRIK DI PTPN X PABRIK GULA CAMMING KABUPATEN BONE	259
<b>Sri Wahyuni<sup>1)</sup>, Aksan<sup>2)</sup>, Alimin Laundung<sup>3)</sup></b>	
ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN JARINGAN DISTRIBUSI ULP DAYA (UNIT LAYANAN PELANGGAN) .....	267
<b>Yuliasti<sup>1)</sup>, Aksan<sup>2)</sup>, Agus Salim<sup>3)</sup></b>	
RANCANG BANGUN SIMULATOR PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS PLC .....	273
<b>Muh. Khaydir Subair<sup>1)</sup>, Taufik Hidayat Basman<sup>2)</sup>, Hamdani<sup>3)</sup>, Tadjuddin<sup>4)</sup></b>	
ANALISIS SISTEM PROTEKSI OVER CURRENT RELAY DAN GROUND FAULT RELAY UNTUK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PENYULANG SALODONG .....	279
<b>Sri Muliani Jamudi<sup>1)</sup>, Sarma Thaha<sup>2)</sup>, Satriani Said Akhmad<sup>3)</sup></b>	
ANALISA UJI MUTU PRODUKSI KIPAS ANGIN SESUAI SNI 7609:2011 .....	287
<b>Mohamad Marhaendra Ali<sup>1)</sup>, Lukman Hanafi<sup>2)</sup></b>	
RANCANG BANGUN SOFT STARTER MOTOR INDUKSI TIGA FASA BERBASIS MIKROKONTROLER .....	293
<b>Yoas Harpian Masirri<sup>1)</sup>, Fitrah Nurdin<sup>2)</sup>, Hamdani<sup>3)</sup>, Hatma Rudito<sup>4)</sup></b>	
RANCANG BANGUN TELEMETERING BESARAN LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THING'S (IOT) .....	301
<b>Muh. Fikram Bunyamin<sup>1)</sup>, Shogun Pratama Van Repi<sup>2)</sup>, A. Wawan Indrawan<sup>3)</sup>, Ahmad Rosyid Idris<sup>4)</sup></b>	

EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA PT. NUANSA CIPTA MAGELLO DI KAWASAN INDUSTRI MAKASSAR .....	309
<b>Syamsudarmin<sup>(1)</sup>, Bakhtiar<sup>(2)</sup>, Satriani Said Akhmad<sup>(3)</sup></b>	
ANALISIS PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR TRANSFORMATOR SAAT PEMBEBANAN TERHADAP SUSUT UMUR DAN KUALITAS ISOLASI BELITAN PADA TRANSFORMATOR PLTU BARRU UNIT 2 .....	317
<b>Heri Prasetya Nugraha<sup>(1)</sup>, Sarma Thaha<sup>(2)</sup>, Kurniawati Naim<sup>(3)</sup>,</b>	
STUDI INDIKASI KEGAGALAN MINYAK TRANSFORMATOR DENGAN METODE DISSOLVED GAS ANALYSIS .....	323
<b>Ayu Kencana<sup>(1)</sup>, Thalib Bini, Hamma<sup>(3)</sup></b>	
ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN HOST LOAD PEMBANGKIT PLTU BARRU DENGAN METODE OPTIMALISASI SISTEM LOGIC RUNBACK BERBASIS DCS SCIYON NT 6000 .....	329
<b>Rainhero Pintar Matekawan.<sup>(1)</sup>, Hamdani<sup>(2)</sup>, Alimin<sup>(3)</sup>,</b>	
PERAWATAN DAN PERBAIKAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH DI RUANG LABORATORIUM TEGANGAN MENENGAH .....	335
<b>Tarmizi Patompo<sup>(1)</sup>, Aswandi S<sup>(2)</sup>, Nirwan A Noor<sup>(3)</sup>, Ashar AR<sup>(4)</sup></b>	
PERHITUNGAN LIFETIME TRANSFORMATOR JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PT. PLN (PERSERO) UNIT LAYANAN PELANGGAN MATTOANGING .....	341
<b>Kurniawati Naim<sup>(1)</sup></b>	
RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA SOLAR METER BERBASIS JAVA PROGRAMMING .....	349
<b>Umar Muhammad<sup>(1)</sup>, Usman<sup>(2)</sup></b>	
IMPLEMENTASI WEB-SCADA UNTUK ME-MONITOR BESARAN LISTRIK DI GEDUNG TEKNIK ELEKTRO KAMPUS 1 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG .....	355
<b>Dian Pratiwi 1<sup>(1)</sup>, Nurlaila Azizah 2<sup>(2)</sup></b>	
SIMULASI PENGATURAN ARUS EKSITASI BERDASARKAN NILAI SUDUT PENYALAN THYRISTOR PADA AVR UNTUK MENGATUR TEGANGAN KELUARAN GENERATOR UNIT 1 DI UJP PLTU BARRU .....	359
<b>Rendy Hidayat Santoso<sup>(1)</sup>, Hamma<sup>(2)</sup>, Ashar A.R<sup>(3)</sup>,</b>	
OPTIMALISASI PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DENGAN PENYEIMBANGAN BEBAN PADA PENYULANG HERTASNING .....	367
<b>Larah Herlinda Haidir<sup>(1)</sup>, Ahmad Rizal Sultan<sup>(2)</sup>, Agus Salim<sup>(3)</sup></b>	
SISTEM KONTROL KESTABILAN TEGANGAN PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN BOOST CONVERTER BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROL (FLC) .....	375
<b>Hermansyah 1<sup>(1)</sup></b>	

PENURUNAN SAIDI DENGAN OTOMASI DISTRIBUSI BERBASIS APLIKASI FLISR DI SISTEM SCADA PT PLN (PERSERO) UP2D MAKASSAR .....	381
<b>Muhamad Nur Arka Putra<sup>1)</sup></b>	
STUDI PENGARUH BEBAN PUNCAK TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DDI PT.PLN(PERSERO)RAYON DAYA .....	389
<b>Afriansyah<sup>1)</sup>, Bakhtiar,<sup>2)</sup> Thalib Bini<sup>3)</sup></b>	
PERFORMA SEL LITHIUM DI PASARAN BERDASARKAN UJI KAPASITAS SESUAI SNI 61960:2015 .....	397
<b>Lukman Hanafi<sup>1)</sup>, Zaenal Panutup Aji<sup>2)</sup></b>	
PERAMALAN BEBAN RUMAH TANGGA DAN INDUSTRI DI PT. PLN (PERSERO) UIW SELSELRABAR UP3 MAKASSAR UTARA ULP DAYA .....	401
<b>Dahlia<sup>1)</sup>, Hamma<sup>2)</sup>, Thalib Bini<sup>3)</sup></b>	
RANCANG BANGUN AUTOMASI DRAIN VALVE MOTOR GLAND SEAL AIR FAN PLTU BARRU .....	407
<b>Yudhi Septa Prakoso<sup>1)</sup>, Andi Wawan Indrawan<sup>1)</sup>, Nirwan A. Noor<sup>1)</sup></b>	
STUDI KUALITAS DAYA PENYULANG WIKA .....	415
<b>Nur Adhayanti K<sup>1)</sup>, Aksan<sup>2)</sup>, Dr.Ir.Satriani Said Akhmad<sup>3)</sup></b>	

# Optimalisasi Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV dengan Penyeimbangan Beban pada Penyulang Hertasning

Larah Herlinda Haidir<sup>1)</sup>, Ahmad Rizal Sultan<sup>2)</sup>, Agus Salim<sup>1,2,3)</sup>

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

[larahherlindahaidir@gmail.com](mailto:larahherlindahaidir@gmail.com)

[rizal.sultan@poliupg.ac.id](mailto:rizal.sultan@poliupg.ac.id)

[agussalim16081967@gmail.com](mailto:agussalim16081967@gmail.com)

## Abstrak

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik terjadi diakibatkan oleh ketidakseimbangan pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat dari ketidakseimbangan beban adalah munculnya arus di netral transformator. Arus yang mengalir di netral transformator ini menyebabkan terjadinya *losses* (rugi-rugi), yaitu rugi-rugi tembaga dan rugi-rugi akibat adanya arus netral pada penghantar netral transformator. Optimalisasi pembebanan transformator distribusi tiga fasa dengan melaksanakan penyeimbangan beban pada dasarnya akan memberikan beban pada transformator tersebut yang sesuai dengan kapasitas transformator serta memberikan beban yang diperbolehkan sesuai dengan SPLN. Sehingga kemampuan atau batasan-batasan yang dialirkan pada beban dapat optimal. Berdasarkan hasil penelitian pada enam transformator pada penyulang Hertasning, persentase pembebanan trafo yang dianalisa masih layak, kecuali pada trafo GT.PHB 043 dengan persentase beban totalnya sebesar 86.66% dan pada trafo GT.PHB 082 dengan persentase beban totalnya sebesar 95.493%. Untuk ketidakseimbangan beban pada GT.PHB 035 sebelum penyeimbangan dengan nilai arus netral yaitu 86A maka persentase ketidakseimbangannya adalah 42,033% dan setelah penyeimbangan beban maka nilai arus netral mengalami penurunan yaitu 79A dengan persentase ketidakseimbangannya adalah sebesar 11,733%. Nilai rugi-rugi daya pada transformator distribusi pada GT.PHB 035 sebelum penyeimbangan adalah sebesar 6,095 kW dan setelah penyeimbangan maka rugi-rugi daya pada transformator juga mengalami penurunan yaitu 5,790 kW.

**Keywords:** *Pembebanan Transformator, Ketidakseimbangan Beban, Rugi-rugi Daya.*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Energi listrik sudah sangat menjadi salah satu kebutuhan primer, dimana ketersediaannya sangat diperlukan dan mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat, karenanya kehandalan sistem penyaluran energi listrik menjadi sangat penting.

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Jadi sistem ini selain berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (trafo distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan.

Trafo distribusi berperan penting dalam jaringan distribusi untuk mentransformasikan energi listrik dari tegangan menengah 20 kV ke tegangan rendah 220/380 V. Seiring bertambahnya jumlah penduduk yang membutuhkan tenaga listrik, penggunaan trafo

distribusi sebagai penyedia tenaga listrik harus diperhitungkan agar mampu melayani beban yang ditanggungnya.

Beban tidak seimbang adalah masalah umum yang dihadapi pada sistem tiga fasa, hal ini diakibatkan karena yang mendominasi adalah pelanggan satu fasa dari pada pelanggan tiga fasa. Walaupun demikian dengan banyaknya pelanggan tiga fasa tetap tidak menjamin keseimbangan fasa. Apabila terjadi ketidakseimbangan beban pada sistem tiga fasa maka kawat netral akan dialiri arus dan perbedaan sudut beban per fasa adalah tidak sama dengan 120° beban transformator yang tidak seimbang akan muncul arus netral.

Dengan melihat hal ini penulis tertarik untuk mengambil penelitian dengan judul “Optimalisasi Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Dengan Penyeimbangan Beban Pada Penyulang Hertasning”. Pengoptimalisasian pembebanan transformator distribusi tiga fasa yaitu dengan melaksanakan penyeimbangan beban. Perhitungan pembebanan transformator distribusi sangat penting untuk menjaga efektivitas dan daya tahan peralatan didalam sistem tenaga listrik, sehingga kontinuitas dan kualitas listrik yang didistribusikan tetap terjaga dengan baik.

## II. KAJIAN LITERATUR

### A. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah :

1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan).
2. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

### B. Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk membagikan/mendistribusikan tenaga listrik pada beban/konsumen baik konsumen tegangan menengah maupun konsumen tegangan rendah.

Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas :

1. Jenis pemasangannya :
  - a. Gardu pasangan luar : gardu portal, gardu cantol
  - b. Gardu pasangan dalam : gardu beton, gardu kios
2. Jenis konstruksinya :
  - a. Gardu beton (bangunan sipil : batu, beton)
  - b. Gardu tiang : gardu portal dan gardu cantol
3. Gardu kios jenis penggunaannya :
  - a. Gardu pelanggan umum
  - b. Gardu pelanggan khusus

### C. Transformator

Transformator adalah suatu peralatan listrik yang dapat mentransformasikan energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet.

### D. Transformator Distribusi

Tujuan dari penggunaan transformator distribusi adalah untuk mengurangi tegangan utama dari sistem distribusi listrik untuk tegangan pemanfaatan penggunaan konsumen. Transformator distribusi yang umum digunakan adalah transformator step down 20kV/400V.

### E. Pembebanan Trafo

Transformator distribusi dapat beroperasi secara terus menerus pada arus beban nominalnya. Apabila beban yang dilayani lebih besar dari 80%, maka akan terjadi pembebanan lebih. Hal ini dapat menimbulkan pemanasan yang berlebih. Kondisi ini mungkin tidak akan menimbulkan kerusakan, tetapi apabila berlangsung secara terus menerus dapat memperpendek umur trafo terlebih jika bebannya tidak seimbang.

Berdasarkan SK ED PLN No.074.K/DIR/2008

tentang Pedoman Pengelolaan Aset Sistem Distribusi, diketahui bahwa persentase pembebanan dikatakan layak yakni 60%-80%.

Untuk menentukan besar persentase pembebanan pada trafo distribusi, sebelumnya perlu dicari nilai dari beban tiap fasa menggunakan persamaan 1.

$$\text{Beban} = \frac{\text{Arus} \times \text{Tegangan F-N}}{1000} \dots\dots\dots(1)$$

Kemudian dapat dicari besar persentase pembebanan menggunakan persamaan 2, adapun persamaannya yakni sebagai berikut :

$$\% \text{ Beban (kVA)} = \frac{\text{Total Beban}}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

### F. Ketidakseimbangan Beban

Beban tidak seimbang adalah masalah umum yang dihadapi pada sistem tiga fasa, hal ini diakibatkan karena yang mendominasi adalah pelanggan satu fasa dari pada pelanggan tiga fasa. Walaupun demikian dengan banyaknya pelanggan tiga fasa tetap tidak menjamin keseimbangan fasa. Apabila terjadi ketidakseimbangan beban pada sistem tiga fasa maka kawat netral akan dialiri arus dan perbedaan sudut beban per fasa adalah tidak sama dengan 120° beban transformator yang tidak seimbang akan muncul arus netral.

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan dimana:

- a. Ketiga vektor arus/tegangan sama besar
- b. Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan tidak seimbang tidak dipenuhi.

Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada tiga:

- a. Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- b. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- c. Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.

Menurut IEEE std 446-1995 ketidakseimbangan beban yang diizinkan adalah 5%-20% dengan tingginya ketidakseimbangan beban berpengaruh terhadap besarnya arus netral, dimana arus netral yang besar mengakibatkan losses bertambah dan kualitas tenaga yang rendah sehingga berpengaruh terhadap kualitas sistem penyaluran tenaga listrik.

Dan berdasarkan syarat-syarat kehandalan sistem tenaga listrik PLN, ketidakseimbangan beban tidak melebihi dari 20%, jika lebih dari itu maka perlu diadakan tindakan penyeimbangan atau pengalihan beban pada trafo lainnya yang berada pada sekitar trafo tersebut.

Perhitungan untuk mencari arus rata-rata pada trafo distribusi dengan menggunakan persamaan 3.

$$I_{Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \tag{3}$$

Jika  $[I_{Rata-rata}]$  adalah besaran arus fasa dalam penyaluran daya sebesar P pada keadaan seimbang, maka pada penyaluran daya yang sama tetapi dengan keadaan yang tidak seimbang besarnya arus-arus fasa dapat dinyatakan dengan koefisien a, b, c sebagai berikut :

$$I_R = a \cdot I \text{ maka } a = \frac{I_R}{I_{Rata-rata}} \tag{4}$$

$$I_S = b \cdot I \text{ maka } b = \frac{I_S}{I_{Rata-rata}} \tag{4}$$

$$I_T = c \cdot I \text{ maka } c = \frac{I_T}{I_{Rata-rata}} \tag{4}$$

Dengan  $I_R, I_S$  dan  $I_T$  berturut-turut adalah arus di fasa R, S dan T. Koefisien a, b, dan c dapat diketahui besarnya, dimana pada keadaan seimbang besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Maka rata - rata ketidakseimbangan beban (dalam %) adalah :

$$\% \text{Ketidakseimbangan}(1) = \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100 \% \tag{5}$$

Selain cara menghitung persentase ketidakseimbangan dengan menggunakan persamaan yang di atas, maka untuk menghitung persentase ketidakseimbangan dengan metode Penyeimbangan berdasarkan data hasil pengukuran beban dengan metode pemerataan nilai arus di tiap fasanya hingga mencapai nilai rata - rata adalah dengan menggunakan persamaan 6.

$$\% \text{Ketidakseimbangan}(2) = \frac{\text{Max arus fasa} - \text{Min arus fasa}}{\text{Max arus fasa}} \times 100 \% \tag{6}$$

**G. Resistansi Penghantar**

Untuk menghitung resistansi penghantar dapat menggunakan persamaan 7.

$$R = \rho \frac{L}{A} \tag{7}$$

- Dimana :
- R = Resistansi kawat (Ohm)
  - $\rho$  = Resistansi jenis (Ohm-m)
  - L = Panjang kawat (m)
  - A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

**H. Rugi-Rugi Tembaga**

Rugi-rugi tembaga terjadi karena resistansi dalam belitan. Rugi-rugi tembaga akan berbanding lurus dengan besarnya beban sehingga meningkatnya arus beban akan meningkatkan rugi-rugi tembaga juga.

Rugi-rugi tembaga ini dapat di tuliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$P_{cu} = I^2 \times R \tag{8}$$

- Dimana:
- $P_{cu}$  = rugi-rugi tembaga (Watt)
  - I = arus (Ampere)
  - R = tahanan (Ohm)

Untuk menghitung rugi-rugi tembaga total dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta P_{cu \text{ TOTAL}} = P_{cuR} + P_{cuS} + P_{cuT} \tag{9}$$

- Dimana:
- $\Delta P_{cu \text{ TOTAL}}$  = rugi-rugi tembaga total (Watt)
  - $P_{cuR}$  = rugi-rugi tembaga pada fasa R (Watt)
  - $P_{cuS}$  = rugi-rugi tembaga pada fasa S (Watt)
  - $P_{cuT}$  = rugi-rugi tembaga pada fasa T (Watt)

**I. Rugi-Rugi Akibat Arus Netral Pada Transformator**

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalir arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan *losses* (rugi-rugi).

Rugi-rugi pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \tag{10}$$

- Dimana :
- $P_N$  = rugi netral penghantar trafo (Watt)
  - $I_N$  = arus netral trafo (A)
  - $R_N$  = tahanan netral penghantar trafo (Ohm)

**III. METODE PENELITIAN**

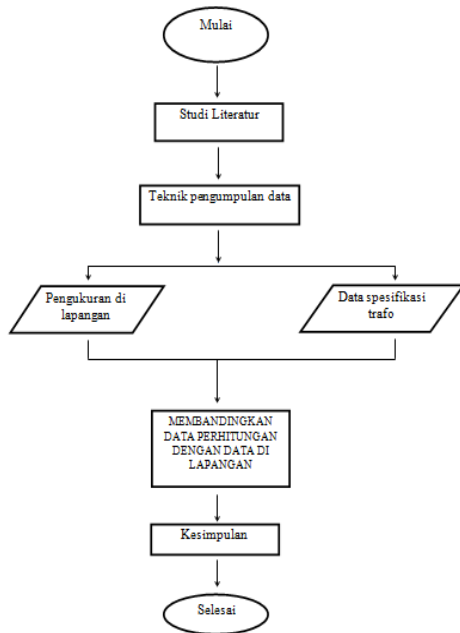
Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Metode Pengambilan Data dilakukan secara langsung pada transformator dan melalui wawancara/diskusi dengan pihak praktisi di lapangan.
- b. Metode Analisis data yaitu melakukan perhitungan sesuai dengan tujuan penelitian.

Penyeimbangan beban transformator setiap jurusan dengan cara melakukan pengukuran beban gardu. Pengambilan data transformator yang dilakukan pada PT. PLN (Persero) ULP Panakkukang, Penyulang Hertasning.

Berdasarkan data hasil pengukuran, akan lebih mudah menentukan perpindahan nilai arus yang harus dilakukan, tetapi tidak menutup kemungkinan perpindahan nilai arus dilakukan berdasarkan kondisi di lapangan. Bukan hanya faktor profil pelanggan, tetapi ada faktor teknis yang lain menjadi pertimbangan, seperti kondisi pembebanan di tiap

jurusan. Proses penyeimbangan dilakukan berdasarkan hasil pengukuran di saat proses penyeimbangan di lapangan. Berikut beberapa kondisi penyeimbangan yang telah dilakukan berdasarkan simulasi dan faktor teknis yang terjadi selama proses penyeimbangan. Mengukur tahanan pembumian netral trafo bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai hambatan dari fasa netral trafo sehingga dapat digunakan sebagai perhitungan nilai losses akibat ketidakseimbangan dari fasa R-S-T pada sebuah trafo distribusi 20 kV. Penyeimbangan beban dilakukan berdasarkan data hasil pengukuran beban dengan metode pemerataan nilai arus di tiap fasanya hingga mencapai nilai rata - rata. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

ULP Panakkukang adalah salah satu Unit Layanan Pelanggan yang berada di wilayah kerja Area Makassar Selatan. Pada ULP Panakkukang sendiri terdiri dari 788 buah trafo distribusi yang terbagi pada 25 penyulang. Salah satu penyulangnya yakni Penyulang Hertasning yang melayani 92 buah transformator distribusi (data pembebanan trafo bisa dilihat pada lampiran 2), pada skripsi ini trafo yang akan dilakukan penyeimbangan beban adalah sebanyak enam buah transformator distribusi.

**A. Analisis Perhitungan**

Perhitungan untuk mengetahui persentase pembebanan, ketidakseimbangan beban dan rugi-rugi daya dari data hasil pengukuran sebelum penyeimbangan dan pengukuran setelah penyeimbangan pada transformator distribusi 20 kV pada penyulang Hertasning.

**a. Perhitungan Persentase Trafo Sebelum Penyeimbangan**

Data pengukuran beban sebelum penyeimbangan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Data pengukuran beban sebelum penyeimbangan

NO	NAMA GARDU	KVA	ARUS (A)			
			R	S	T	N
1	GT.PHB003	200	202	145	142	72
2	GT.PHB035	315	253	158	195	86
3	GT.PHB041	400	248	337	337	149
4	GT.PHB043	160	103	245	271	81
5	GT.PHB082	100	138	172	107	45
6	GT.PHB091	100	79	92	151	76

Data pengukuran beban GT.PHB 035 sebelum dilakukan penyeimbangan beban dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2 Data pengukuran beban GT.PHB 035 sebelum penyeimbangan

No.	Jurusan	Arus (A)				Tegangan (V)			Kapasitas (kVA)
		R	S	T	N	PHB F-N	PHB F-F		
1	A	42	50	44	-	-	-	315	
2	B	30	13	20	-	-	-		
3	C	80	40	24	-	-	-		
4	D	101	55	107	-	-	-		
TOTAL		253	158	195	86	223	380		

Perhitungan pembebanan transformator dapat dicari dengan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

$$kVA_{\text{terukur}} = \frac{V_{F-N} \times (I_R + I_S + I_T)}{1000}$$

$$kVA_{\text{terukur}} = \frac{223 \times (253 + 158 + 195)}{1000}$$

$$kVA_{\text{terukur}} = 135,138 \text{ kVA}$$

Perhitungan persentase beban transformator 3 fasa dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2 sebagai berikut:

$$\% \text{ kVA} = \frac{kVA_{\text{terukur}}}{kVA_{\text{terpasang}}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{135,138}{315} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = 42,900 \%$$

Untuk menghitung besarnya persentase beban tiap fasa yaitu sebagai berikut :

a) Fasa R

$$kVA_{\text{terukur}} = \frac{V_{F-N} \times (I_R)}{1000}$$

$$kVA_{\text{terukur}} = \frac{223 \times (253)}{1000}$$

$$kVA_{\text{terukur}} = 56,419 \text{ kVA}$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{kVA_{\text{terukur}}}{kVA_{\text{terpasang}}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{56,419}{315} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = 17,910 \%$$

b) Fasa S

$$kVA_{\text{terukur}} = \frac{V_{F-N} \times (I_S)}{1000}$$

$$kVA_{\text{terukur}} = \frac{223 \times (158)}{1000}$$

$$kVA_{\text{terukur}} = 35,234 \text{ kVA}$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{\text{kVA}_{\text{terukur}}}{\text{kVA}_{\text{terpasang}}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{35,234}{315} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = 11,185 \%$$

c) Fasa T

$$\text{kVA}_{\text{terukur}} = \frac{V_{F-N} \times (I_T)}{1000}$$

$$\text{kVA}_{\text{terukur}} = \frac{223 \times (195)}{1000}$$

$$\text{kVA}_{\text{terukur}} = 43,485 \text{ kVA}$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{\text{kVA}_{\text{terukur}}}{\text{kVA}_{\text{terpasang}}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = \frac{43,485}{315} \times 100 \%$$

$$\% \text{ kVA} = 13,804 \%$$

Perhitungan persentase ketidakseimbangan dengan menggunakan persamaan 3 dan 4 pada GT.PHB 035 yaitu sebagai berikut:

Arus rata-rata :

$$I_{\text{Rata-rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{253 + 158 + 195}{3} = 202 \text{ A}$$

Koefisien :

$$a = \frac{I_R}{I_{\text{Rata-rata}}} = \frac{253}{202} = 1,252 \text{ A}$$

$$b = \frac{I_S}{I_{\text{Rata-rata}}} = \frac{145}{202} = 0,717 \text{ A}$$

$$c = \frac{I_T}{I_{\text{Rata-rata}}} = \frac{142}{202} = 0,702 \text{ A}$$

Pada keadaan beban seimbang, nilai a, b, dan c adalah 1. Dengan demikian untuk mencari rata-rata ketidakseimbangan beban (%) dengan menggunakan persamaan 5 adalah:

$$\% \text{ Ketidakseimbangan} = \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{|1,252-1| + |0,717-1| + |0,702-1|}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{|0,252| + |0,283| + |0,298|}{3} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,833}{3} \times 100 \%$$

$$= 27,76 \%$$

% Ketidakseimbangan (1) : 27,76 %

Selain cara menghitung persentase ketidakseimbangan dengan menggunakan persamaan yang di atas, maka untuk menghitung persentase ketidakseimbangan dengan metode penyeimbangan berdasarkan data hasil pengukuran beban dengan metode pemerataan nilai arus di tiap fasanya hingga mencapai nilai rata-rata adalah dengan menggunakan persamaan 6 adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Ketidakseimbangan} = \frac{\text{Max arus fasa} - \text{Min arus fasa}}{\text{Max arus fasa}} \times 100\%$$

$$= \frac{253 - 158}{253} \times 100 \%$$

$$= 37,54 \%$$

% Ketidakseimbangan (2): 37,54 %

Setelah diperoleh nilai dari persentase pembebanan trafo dan persentase ketidakseimbangan

pada trafo GT.PHB 035, maka untuk mendapatkan nilai dari persentase pembebanan trafo dan persentase ketidakseimbangan pada trafo yang lain di penyulang ini maka dapat menggunakan persamaan yang sama dan dengan cara yang sama seperti di atas, pada perhitungan persentase ketidakseimbangan dihitung dengan menggunakan dua cara seperti di atas. Berikut adalah tabel data dari nilai persentase pembebanan trafo dan persentase ketidakseimbangan yang terjadi pada trafo GT.PHB 003, GT.PHB 035, GT.PHB 041, GT.PHB 043, GT.PHB 082 dan GT.PHB 091 :

Tabel 3 Perhitungan persentase beban dan persentase ketidakseimbangan pada Penyulang Hertasning

NAMA GARDU	% BEBAN PER FASA			% BEBAN TOTAL	% KETIDAK SEIMBANG-AN (1)	% KETIDAK SEIMBANG-AN (2)
	R	S	T			
GT.PHB003	23,028	16,53	16,188	55,74	16	29,70
GT.PHB035	17,910	11,185	13,804	42,90	27,76	37,55
GT.PHB041	14,136	19,209	19,209	52,55	42,033	35,88
GT.PHB043	14,42	34,3	37,94	86,66	33,366	61,99
GT.PHB082	31,602	39,388	24,503	95,49	15,866	37,79
GT.PHB091	18,012	20,976	34,428	73,41	27,1	47,68

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa persentase pembebanannya masih layak kecuali pada trafo GT.PHB 043 dengan persentase beban totalnya sebesar 86.66% dan pada trafo GT.PHB 082 dengan persentase beban totalnya sebesar 95,493%. Sedangkan untuk persentase ketidakseimbangan sebelum penyeimbangan cukup besar dan telah melewati batas yang telah ditetapkan yakni 20%. Oleh karena itu, langkah yang diambil adalah dengan melakukan penyeimbangan pada trafo tersebut untuk mengurangi persentase ketidakseimbangannya agar nilai persentase ketidakseimbangannya berada di bawah 20%.

b. Perhitungan Rugi-rugi sebelum penyeimbangan  
Perhitungan besar tahanan penghantar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 7:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = 2,78 \times 10^{-8} \frac{123}{70 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,048 \Omega$$

Perhitungan besar rugi-rugi tembaga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 8 dan 9 :

$$P_{CuR} = I_R^2 \times R = 253^2 \times 0,048 = 3.072,43 \text{ Watt}$$

$$P_{CuS} = I_S^2 \times R = 158^2 \times 0,048 = 1.198,27 \text{ Watt}$$

$$P_{CuT} = I_T^2 \times R = 195^2 \times 0,048 = 1.825,2 \text{ Watt}$$

$$\Delta P_{Cu \text{ TOTAL}} = P_{CuR} + P_{CuS} + P_{CuT}$$

$$\Delta P_{Cu \text{ TOTAL}} = 3.072,43 + 1.198,27 + 1.825,2$$

$$\Delta P_{Cu \text{ TOTAL}} = 6.095,9 \text{ Watt}$$

$$\Delta P_{Cu \text{ TOTAL}} = 6,095 \text{ kW}$$



Perhitungan besar rugi-rugi akibat adanya arus netral di penghantar netral dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 10:

$$P_N = I_N^2 \times R = 86^2 \times 0,048 = 355.008 \text{ Watt}$$

Setelah diperoleh nilai rugi-rugi daya pada trafo GT.PHB 035 maka untuk mendapatkan besar nilai dari rugi-rugi daya pada trafo yang lain di penyulang ini maka dapat menggunakan persamaan yang sama dan dengan cara yang sama seperti di atas, berikut adalah tabel data dari rugi-rugi daya yang terjadi pada trafo GT.PHB 003, GT.PHB 035, GT.PHB 041, GT.PHB 043, GT.PHB 082 dan GT.PHB 091 :

Tabel 4 Perhitungan rugi-rugi daya pada trafo sebelum penyeimbangan

NAMA GARDU	R (Ω)	L (m)	P <sub>cu</sub> (W)				P <sub>N</sub> (W)
			R	S	T	TOTAL	
GT.PHB003	0,0933	235	3.807,01	1.961,63	1.881,30	7.649,9	483,667
GT.PHB035	0,048	123	3.072,43	1.198,27	1.825,2	6.095,9	355
GT.PHB041	0,025	65	1.537,6	2.839,22	2.839,22	7.216,0	555
GT.PHB043	0,050	127	530,45	3.001,25	3.672,05	7.203,7	328
GT.PHB082	0,050	126	952,2	1.479,2	572,45	3.003,8	101,25
GT.PHB091	0,079	200	493,03	668,65	1.801,27	2.962,95	456,30

c. Perhitungan Persentase Trafo Setelah Penyeimbangan

Setelah penyeimbangan beban pada transformator maka dilakukan pengukuran dan perhitungan kembali arus yang mengalir per jurusan yang kemudian dikalkulasi untuk menghitung persentase pembebanan, persentase ketidakseimbangan dan menghitung besar rugi-rugi daya. Berikut merupakan tabel 5 data pengukuran setelah penyeimbangan:

Tabel 5 Data pengukuran beban setelah penyeimbangan

NO	NAMA GARDU	KVA	ARUS (A)				
			R	S	T	N	
1	GT.PHB003	200	162	165	162	67	
2	GT.PHB035	315	193	213	195	79	
3	GT.PHB041	400	308	337	337	134	
4	GT.PHB043	160	203	205	211	58	
5	GT.PHB082	100	138	152	137	40	
6	GT.PHB091	100	109	98	119	47	

Dengan menggunakan cara dan rumus yang sama seperti pada perhitungan sebelum penyeimbangan maka diperoleh hasil dari persentase pembebanan dan persentase ketidakseimbangan setelah penyeimbangan pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6 Perhitungan persentase beban dan persentase ketidakseimbangan pada Penyulang Hertasning

Selanjutnya akan dihitung rugi-rugi daya setelah penyeimbangan, dengan menggunakan cara dan

NAMA GARDU	% BEBAN PER FASA			% BEBAN TOTAL	% KETIDAK SEIMBANGAN (1)	% KETIDAK SEIMBANGAN (2)
	R	S	T			
GT.PHB003	18,468	18,81	18,468	55,746	0,866	1,818
GT.PHB035	13,663	15,079	13,804	42,546	11,733	9,389
GT.PHB041	17,556	17,499	17,499	52,554	0,2	8,605
GT.PHB043	28,42	28,7	29,54	86,66	1,533	3,791
GT.PHB082	31,602	34,808	31,373	97,783	4,533	9,87
GT.PHB091	24,852	22,344	27,132	74,328	6,566	17,65

rumus menghitung rugi-rugi daya yang sama seperti sebelum penyeimbangan. Rugi-rugi daya setelah penyeimbangan dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7 Perhitungan rugi-rugi daya pada trafo setelah penyeimbangan

V. KESIMPULAN

NAMA GARDU	R (Ω)	L (m)	P <sub>cu</sub> (W)				P <sub>N</sub> (W)
			R	S	T	TOTAL	
GT.PHB003	0,0933	235	2.448,56	2.540,09	2.448,56	7.437,21	418,82
GT.PHB035	0,048	123	1.787,95	2.177,71	1.825,2	5.790,86	299,56
GT.PHB041	0,025	65	2.371,6	2.356,22	2.356,22	7.084,04	448,9
GT.PHB043	0,050	127	530,45	3.001,25	3.672,05	7.203,75	168,2
GT.PHB082	0,050	126	952,2	1.155,2	938,45	3.045,85	80
GT.PHB091	0,079	200	493,03	668,65	1.801,27	2.962,95	174,51

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis mengenai ketidakseimbangan beban trafo distribusi 20 kV pada Penyulang Hertasning, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Persentase pembebanan pada suatu transformator dikatakan layak yakni 60%-80%, persentase pembebanan trafo yang dianalisa masih layak, kecuali pada trafo GT.PHB 043 dengan persentase beban totalnya sebesar 86,66% dan pada trafo GT.PHB 082 dengan persentase beban totalnya sebesar 95,493%. Pengaruh dari adanya ketidakseimbangan beban trafo distribusi 20 kV pada Penyulang Hertasning di PT. PLN (Persero) ULP Panakukkang adalah munculnya arus di netral trafo. Semakin besar arus yang mengalir di netral maka semakin besar pula nilai persentase ketidakseimbangannya, ini bisa dilihat pada GT.PHB 035 sebelum penyeimbangan dengan nilai arus netral yaitu 86A maka persentase ketidakseimbangannya adalah 42,033%. Dan setelah penyeimbangan beban maka nilai arus netral mengalami penurunan yaitu 79A dengan persentase ketidakseimbangannya adalah sebesar 11,733%.
2. Dari hasil perhitungan nilai rugi-rugi daya pada transformator distribusi pada GT.PHB 035 sebelum penyeimbangan adalah sebesar 6,095 kW dan setelah penyeimbangan maka rugi-rugi daya pada transformator juga mengalami penurunan yaitu 5,790 kW.

## 1. UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga jurnal ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula peneliti mengirimkan salam dan shalawat kepada Nabi Besar Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam* yang telah membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

Pada kesempatan ini peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua yang selama ini telah membantu peneliti dengan perhatian dan doa demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan jurnal ini.
2. Segenap dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membantu baik secara moril maupun materil.
3. Pihak PT. PLN (Persero) ULP Panakkukang Area Makassar Selatan yang telah memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melangsungkan penelitian dan memperoleh data.
4. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang berpengaruh dalam penyelesaian jurnal ini yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

## 2. REFERENSI

- [1] Basri, Hasan. 1997. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta: Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta.
- [2] Epo Wardi (2015). Analisa Pembebanan Transformator Distribusi Fasa Tiga 1000 kVA 20 kV/400 V. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [3] Gassing, & Jaya, I. 2013. Optimalisasi Pembebanan Trafo Distribusi Dengan Penyeimbangan Beban. Prosiding hasil penelitian fakultas teknik : 1 - 12. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [4] IEEE std 446-1995, IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.
- [5] Julianto,Edy. Study Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak. Jurnal Teknik Elektro. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- [6] Julius S, Tabrani Machmudsyah, Yanuar Isnanto. Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. Jurnal Teknik Elektro Vol. 6. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- [7] Kasim Haryansyah (2018). Pembebanan Trafo Distribusi 20 kV Saat Terjadi Overload Pada Penyulang Perumnas Di PT. PLN (Persero) Rayon Panakkukang. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [8] Saadat, Hadi. 1999. Power System Analysis. Milwaukee School Engineering.
- [9] Suhadi, dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [10] Zuraidah Tharo, Amani Darma Tarigan, Rahmadsyah Pulungan. Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. Jurnal Teknik Elektro Vol. 1.Medan: Universitas Pembangunan Pancabudi.