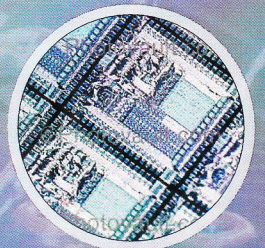


2010 **EECCIS** **Proceedings**

**Electrical Power
Electronics
Communications
Controls
Informatics**



The 5th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics International Seminar 2010
Widyaloka Convention Hall, Brawijaya University, Malang, December 16-17, 2010



Electrical Power, Electronics, Communications,
Controls & Informatics International Seminar
(EECCIS) 2010

Widyaloka Convention Hall, Brawijaya University
Malang, December 16-17, 2010

Proceedings

Volume I:
Electrical Power
Electronics

Organized by:
Department of Electrical Engineering
Brawijaya University
Indonesia

PUBLISHED BY:
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Brawijaya University
eeccis@ub.ac.id

LAYOUT EDITOR
COORDINATOR
Panca Mudji Rahardjo

MEMBERS
Idia Tri Jayanti
Amalia Eka Rakhmania
Annisa Triandini
Ladissa Harvidianti
Nuha Nadhiroh
Nurlita Yanuarni

All papers in this book have been selected by the reviewers and technical committee.
All authors have signed the copyright declaration of their papers.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, downloaded, disseminated, published, or transferred in any form or by any means, except with the prior written permission of, and with express attribution to the authors.

The publisher makes no representation, express or implied, with regard to the accuracy of the information contained in this book and cannot accept any legal responsibility or liability for any errors that may be made.

ISBN 978-602-8692-26-7



Copyright © by Department of Electrical Engineering, Brawijaya University
2010

ORGANIZING INSTITUTION

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
BRAWIJAYA UNIVERSITY
MALANG, INDONESIA

STEERING COMMITTEE

Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D.
Rudy Yuwono, S.T., M.Sc.
M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.

REVIEWER

Dr. Miroslav Markovic (Switzerland)
Dr. Corina Rafiroiu (Rumania)
Dr. Mamdouh (Aswan University, Egypt)
Dr. Mahrus (Aswan University, Egypt)
Prof. Sallehuddin Yusof, Ph.D (APS, Malaysia)
Hazlie Muslikh, Ph.D (UM, Malaysia)
Ishtiaq R. Khan, Ph.D (Singapore)
Prof. Budiono Mismail, Ph.D (UB, Indonesia)
Prof. Dr. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc (ITS, Indonesia)
Dr. Opim Salim, M.Sc (USU, Indonesia)
Dr. Ir. Son Kuswadi (ITS, Indonesia)
Dr.-Ing. Ir. M. Sukrisno (ITB, Indonesia)
Dr. Ferry Hadary, M. Eng (UNTAN, Indonesia)
Purnomo Sidi Priambodo, Ph.D (UI, Indonesia)
Dr. Abdul Fadlil, M.T. (Univ. Achmad Dahlan)
Dr. Ir. Muhammad Nurdin (ITB, Indonesia)
Dr. Ir. Harry Soekotjo Dachlan (UB, Indonesia)
Dr. Ir. Dadet Prahmadihanto (ITS, Indonesia)
Dr. Ir. Endro PitoWarno (ITS, Indonesia)
Muladi, Ph.D (UM, Indonesia)
Dr. Agung Darmawansyah (UB, Indonesia)
Dr. Mashury Wahab (PPET-LIPI, Indonesia)
Hadi Suyono, Ph.D (UB, Indonesia)
Dr. Rini Nur Hasanah, M.Sc (UB, Indonesia)
Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S. (UB, Indonesia)
M. Aziz Muslim, Ph.D (UB, Indonesia)

TECHNICAL PROGRAM COMMITTEE

Hadi Suyono, Ph.D
Dr. Rini Nur Hasanah, M.Sc
M. Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T.
Goegoes Dwi Nusantara, S.T., M.T.
M. Rif'an, S.T., M.T.
Himawat Aryadita, S.T., M.Sc.
Ir. Teguh Utomo, M.T.
Fitriana Suhartati, S.T., M.T.
Ir. Erni Yudaningtyas, M.T.
Ali Mustofa, S.T., M.T.
Dwi Fadila K, S.T., M.T.
Adharul Muttaqin, S.T., M.T.
Panca Mudjiraharjo, S.T., M.T.

SEMINAR PROGRAM

THURSDAY, DECEMBER 16, 2010

WIDYALOKA CONVENTION HALL, BRAWIJAYA UNIVERSITY

07.00 - 08.25	REGISTRATION
08.25 - 08.30	OPENING CEREMONY
08.30 - 08.43	SPEECH BY CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE
08.43 - 09.10	WELCOME SPEECH BY THE RECTOR OF BRAWIJAYA UNIVERSITY
09.10 - 09.45	BREAK
09.45 - 10.08	INVITED SPEAKER BY DR. MASHURY WAHAB: BUILDING THE INDEPENDENCE OF NATIONAL RADAR INDUSTRY THROUGH THE ROLE OF INDONESIAN RADAR ASSOCIATION AND ITS RADAR DEVELOPMENT PROGRAM
10.10 - 10.45	INTRODUCING THE INDONESIAN RADAR ASSOCIATION BY DR. MASHURY WAHAB
10.45 - 12.00	KEYNOTE SPEECH : PROF. DR. IR. MUHAMMAD NUH, DEA (MINISTER OF NATIONAL EDUCATION OF THE REPUBLIC OF INDONESIA)
12.00 - 13.00	BREAK: PRAYING AND LUNCH

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING BUILDING

13.00 - 15.30	COMMISSION SEMINAR: ORAL PRESENTATION SESSION I
15.30 - 15.45	BREAK: PRAYING AND COFFEE BREAK
15.30 - 17.00	COMMISSION SEMINAR: ORAL PRESENTATION SESSION II
17.00	CLOSING

TABLE OF CONTENT

Cover	i
Organizing Institution	iii
Seminar Program	v
Sambutan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	vi
Sambutan Ketua Panitia	vii
Table of Content	viii

A. ELECTRICAL POWER

[003-EEA-02] Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Bendosari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang <i>Winda Harsanti, Rispiningtati, Budiono Mismail</i> Mahasiswa Program Magister dan Doktor Fakultas Teknik Universitas Brawijaya	A1
[004-EEA-03] Pengaruh Tegangan Setengah Gelombang pada Lampu Penerangan <i>Hari Santoso, -</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A2
[011-EEA-05] Koordinasi Isolasi Sela Elektroda Bola Dan Sela Elektroda Batang Menggunakan Pendekatan Statistik <i>Moch. Dhofir, -</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A3
[015-EEA-06] Efek Polaritas Elektroda Jarum-Piring dalam Minyak Kelapa Sawit <i>Moch. Dhofir, Soemarwanto, Styo Budi Utomo</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A4
[021-EEA-08] Penurunan Resistansi Pembumian pada Sistem Pembumian Grid dengan Penambahan Jumlah Kisi <i>Soemarwanto, -</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A5
[022-EEA-09] Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kecil Dengan Ventilator Kubah <i>Unggul Wibawa, Febrianto Dwi Wicaksono, -</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A6
[025-EEA-11] Pengaruh Konfigurasi Kawat Penghantar Horizontal Transposisi Pada Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Jawa Timur Terhadap Impedansi Dan Drop Tegangan <i>Arman Jaya, Benny Singgih Santoso, -</i> Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - ITS	A7
[035-EEA-13] Pemanfaatan Arang Kayu sebagai Media Pembumian pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik <i>Harry Soekotjo Dachlan, Moch. Dhofir, Yudistiro Yanuarianto</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A8
[037-EEA-14] Pembatasan Arus Inrush Bank Kapasitor <i>Soemarwanto, -</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	A9
[062-EEA-20] Perbandingan Pemasangan Kapasitor Shunt dan Rekonfigurasi Jaringan Pada Sistem Kelistrikan PT. PLN Subsistem Wlingi Untuk Memperbaiki Kualitas Tegangan Menggunakan Perangkat Lunak Digsilent. <i>Amirullah, Faisol Sidqi, -</i> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara, Surabaya	A10

i	[065-EEA-21] Perbaikan Kualitas Daya Akibat Beban Non Linier Menggunakan Filter Daya Aktif Paralel Satu Fasa	A11
iii	<i>Joke Pratilastiarso, Abdul Nasir, Fifi Hesty Sholihah</i>	
v	Jurusan Teknik Listrik Industri – Politeknik Elektronika Negeri Surabaya	
vi	[066-EEA-22] Solusi Distribusi Aliran Daya Tak Seimbang Degan Menggunakan Metode Sub Phase Decoupled pada Sistem Distribusi	A12
vii	<i>Muhammad A'an Auliq, -, -</i>	
viii	Universitas Muhammadiyah Jember	
	[067-EEA-23] Evaluasi Sistem Proteksi (Rele Jarak dan Rele Arus Lebih) Akibat Gangguan pada Saluran Transmisi	A13
	<i>Maria Bertha Melsadalam, -, -</i>	
A1	[068-EEA-24] Perancangan dan Pembuatan Miniatur Generator Impuls Hibrid yang dapat membangkitkan Arus 8/20 us 4 kA dan Tegangan 1,2/50 us 4 kV	A14
	<i>Daud Obed Bekak, -, -</i>	
	Politeknik Negeri Kupang	
A2	[070-EEA-25] Pengukuran Intensitas Medan pada Permukaan Bumi dengan Metode Kapasitif dan Resistif	A15
	<i>Markus D. Letik, -, -</i>	
	Teknik Elektro Politeknik Negeri Kupang	
A3	[071-EEA-26] Pengaruh Modifikasi Belitan Stator Motor Induksi 1 Fasa Rotor Sangkar 1 Hp, 110/220V Menjadi Motor Induksi 3 Fasa Rotor Sangkar 220/380V	A16
	<i>Ambrosius Alexander Tino, -, -</i>	
	Politeknik Negeri Kupang	
A4	[077-EEA-29] Analisis Performansi Saluran Transmisi 150 kV UPT. Malang dengan Penambahan Saluran antara GI. Pier dan GI. Pakis	A17
	<i>Rachmadi Setiawan, Almizan Abdullah, -</i>	
	Institut Teknologi Nasional Malang	
A5	[078-EEA-30] Pembangkit Pulsa Tegangan Tinggi Untuk Pasteurisasi PEF Dengan Pengaturan Waktu Dan Tegangan	A18
	<i>Ratna Ika Putri, Ika Noer Syamsiana, La Choviya Hawa, Taufik</i>	
	Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Malang, Jawa Timur	
A6	[079-EEA-31] Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Energi Gelombang Laut dengan Kombinasi Kompresor	A19
	<i>B. Dwi Sulo, -, -</i>	
	Universitas Islam Malang	
A7	[081-EEA-32] Disain Dan Analisis Filter Aktif Pada Penyearah 3 phasa Untuk Meningkatkan Kualitas Daya - AC	A20
	<i>Muhamad Luthfi, -, -</i>	
A8	[083-EEA-33] Analisa Optimasi Pemasangan Static Var Compensator menggunakan metode Genetic Algorithm untuk Perbaikan Kualitas Tegangan pada Sistem Daya Di Gardu Induk Turen	A21
	<i>Chandra Wiharya, -, -</i>	
	Mahasiswa Universitas Brawijaya	
A9	[085-EEA-34] Studi Pengaruh Tata Letak Konduktor Berarus dalam Konduit Terhadap Efektifitas Perisaian Medan Magnet	A22
	<i>Rini Nurhasanah, Moch. Dhofir, Unggul Wibawa, Chairuzzaini, Harmawan</i>	
	Teknik Elektro Universitas Brawijaya	
A10	[093-EEA-35] Evaluasi Sistem Proteksi PLTD Mautapaga – PT.PLN (Persero) Cabang Flores Bagian Barat	A23
	<i>Yudistiro Yanuarianto, Moch. Dhofir, -</i>	
	PT.PLN (Persero) Wilayah NTT – Cabang Flores Bagian Barat	
	[098-EEA-36] Koordinasi Optimal Capacitive Energy Storage (CES) dan Automatic Voltage Regulator (AVR) Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Ant Colony Optimization (ACO)	A24
	<i>Miftakhur Roziq M.D., M. Yusuf Wibisono, A.M. Benie Zakariya I, Imam Robandi</i>	
	Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	

[099-EEA-37] Controlled Current Source sebagai Interface PV-Grid Connected System <i>Slamet Riyadi,-</i> Teknik Elektro - FTI - Universitas Katolik Soegijapranata Semarang	A25
[109-EEA-38] Kendali Variabel Voltage Variabel Frekuensi Pada Motor Satu Fasa <i>Mathias Windy,Slamet Riyadi,Leonardus Heru Pratomo</i> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata	A26
[111-EEA-39] Kinerja Maximum Power Point Tracker Terhadap Photovoltaic <i>Hendy Prasetyo,Slamet Riyadi,-</i> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata	A27
[112-EEA-40] Operasi Chopper sebagai Maximum Power Point Tracker <i>Petra Heppy Maria Kartika W,Slamet Riyadi,-</i> JurusanTeknikElektro UNIKA Soegijapranata, Semarang	A28
[117-EEA-41] Perancangan Rangkaian Pengatur Arus Rotor pada Generator dc Penguat Terpisah Berdasar Putaran <i>Fathoni,Eka Mandayatma,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang	A29
[125-EEA-42] Analisa Arus dan Tegangan Kapasitor DC-link pada Tapis Daya Aktif Shunt 1 Fasa <i>Bayu Eka Saputra,Slamet Riyadi,-</i> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata	A30
[141-EEA-43] Perbaikan Power Factor dan Total Harmonic Distortion Untuk Beban Rectifier Satu Fasa Menggunakan Boost Converter <i>Epyk Sunarno,-</i> Jurusan Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, ITS	A31
[143-EEA-44] Dampak Terputusnya Kabel Laut pada Stabilitas Pembangkit di Region 4 (Jawa Timur dan Bali) <i>A.N. Afandi,-</i> Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang	A32

B. ELECTRONICS

[014-EEB-03] Pengatur Kelembaban dan Penampil Suhu untuk Inkubator Miselum J. Tiram Berbasis FPGA Spartan-3 <i>Panca Mudji Rahardjo,Silvester Eka Jemali,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	B1
[026-EEB-04] Unjukkerja Filter Low Pass Infinite Gain Multifeedback Hibrid Film Tebal pada Rangkaian Penyampur (Mixer) Audio <i>M.Julius,Agung Darmawansyah,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	B2
[030-EEB-05] Perancangan Alat Diagnostik untuk Mendeteksi Penyakit Nefropati Diabetes Tipe 2 melalui Gelombang Denyut Nadi <i>Erni Yudaningtyas,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	B3
[033-EEB-06] Aplikasi Sistem Komunikasi Serial Multipoint RS-485 Pada Kontrol Crane Barang <i>Akhmad Zainuri,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	B4
[036-EEB-07] Kalorimeter Digital Untuk Pemanasan Air <i>Retnowati,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya	B5

A25	[042-EEB-11] Aplikasi Modul TCP/IP dan Mikrokontroler sebagai Monitoring Temperatur Ruang <i>Eka Nuryanto Budisusila, ST, MT.,-,-</i> Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang	B6
A26	[049-EEB-14] Proses Rancang Bangun Cantilever dan Nanotip untuk Aplikasi AFM <i>I Dewa Putu Hermida,Goib Wiranto,Slamet Widodo</i> Kampus LIPI Gd. 20 Lt. 4 Jl. Sangkuriang Bandung	B7
A27	[051-EEB-15] Perancangan dan Implementasi Rangkaian Active Crossover untuk Memperbaiki Kualitas Suara pada Sound System <i>Agus Riyanto,-,-</i> Politeknik Negeri Pontianak	B8
A28	[052-EEB-16] Sistem Kontrol Suhu Pada Gardu Distribusi Menggunakan Mikrokontroler AT89C51 <i>Herry Makapedua,-,-</i> Politeknik Negeri Manado	B9
A29	[057-EEB-17] Penggunaan Driver Push-Pull Spesifikasi Klas AB pada Balance Amplifier 120 Watt <i>Muhammad Wahyu,-,-</i> Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya	B10
A30	[063-EEB-18] Pemanfaatan modul wireless X-bee pro untuk Electrocardiograf (ECG) Terhubung ke Personal Computer (PC) <i>M. Rochmad,-,-</i> Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	B11
A31	[064-EEB-19] Design Prototype EEG Untuk Menentukan Lokasi Otak Saat Melakukan Aktivitas Tertentu Dengan Menggunakan Filter Digital IIR <i>Ratna Adil,-,-</i> Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	B12
A32	[080-EEB-20] Analisis Peningkatan Akurasi Bandpass Filter Menggunakan Teknik Switch-Capacitor <i>YUSAK MUKKUN,-,-</i> POLITEKNIK NEGERI KUPANG	B13
B1	[086-EEB-21] Injeksi Arus untuk Mengukur Distribusi Impedansi Jaringan Biologi <i>R.Edy Purwanto,Eka Mandayatma,M.Rasjad Indra</i> State Polytechnic of Malang	B14
B2	[103-EEB-23] Proses Rancang Bangun Sistem Sensor Deteksi Kadar Nitrat Untuk Aplikasi Pertanian <i>Robeth Viktoria Manurung,Hiskia,M. Muljono dan Ayub Subandi</i> Pusat Penelitian Elektronika & Telekomunikasi - LIPI	B15
B3	[113-EEB-25] Pemanfaatan Mikrokontroler ATMEGA8535 sebagai Pengendali Inverter Satu Fasa Jembatan Penuh Terprogram $\frac{1}{4}$ λ <i>Yustinus Swidyatmoko,Leonardus Heru Pratomo,-</i> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata	B16
B4	[116-EEB-26] Analisa Perbandingan Karakteristik Driver Motor EMS 2A Dual H-Bridge Berbasis IC L298 Dengan Driver Motor EMS 30A H-Bridge Berbasis IC VNH3SP30 <i>Kemas Ahmad Rahadian Gamalo,-,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	B17
B5	[127-EEB-28] Pemanfaatan Mikrokontroler ATmega 16 Sebagai Pengendali Inverter Tiga Fasa Tipe Volt/Hertz <i>R. Robertus Bobby Kurniawan,Leonardus Heru Pratomo,-</i> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata	B18
	[135-EEB-29] Sistem Mekanisme Kerja Kaki Robot Pengikut Gerak Kaki Manusia <i>Hendra Saputra,Bhakti Yudho Suprpto,-</i> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	B19

[138-EEB-30] Rancang Bangun Aplikator untuk Menekan Kebocoran Paparan Gelombang Mikro pada Prototype Alat Terapi Hipertermia
M Ary Heryanto, Bailey Yudo Hanavia,-
 Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang

B20

C. COMMUNICATIONS

[005-EEC-02] Desain Penyesuaian Impedansi Multiband berbasis MultiStep Transmission Lines

C1

Erfan Ahmad Dahlan, Ahmad Setiawan,-
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[006-EEC-03] Rancang Bangun Antena Microstrip Patch Segitiga Samasisi untuk Aplikasi Frekuensi L1 Band Penerima GPS

C2

M Darsono,-
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Universitas Darma Persada, Jakarta

[012-EEC-04] Metode Pengurangan Spektral Tak Linier Untuk Estimasi Amplitudo Spektral

C3

Ali Mustofa,-
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[016-EEC-05] Penataan Menara BTS (Cell Planning)

C4

Wahyu Adi Priyono,-
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[017-EEC-06] Sistem Penomoran Telekomunikasi Masa Depan

C5

Wahyu Adi Priyono,-
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[019-EEC-07] Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frekuensi

C6

Dwi Fadila Kurniawan, ST., MT., Ir. Erfan Achmad Dahlan, MT., Ariestya Yoga Pratama
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[020-EEC-08] Antena Mikrostrip Equilateral Triangular 1575 MHz

C7

Dwi Fadila Kurniawan, Rudy Yuwono, M. Luthfiannur
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[029-EEC-09] Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip Equilateral Triangular Series-Feed Array Frekuensi 2,4 GHz

C8

Ir. Erfan Achmad Dahlan, MT, Bachtiar Effendy,-
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[056-EEC-12] Komunikasi Data Bandung – Watukosek Menggunakan Radio HF (High Frequency)

C9

Sri Suhartini,-
 Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN

[069-EEC-15] Evaluasi Kanal Frekuensi Komunikasi Radio HF/VHF-Rendah Real Time Menggunakan Ionogram

C10

Jiyo,-
 Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

[074-EEC-16] Analisis Propagasi Gelombang Radio pada Sirkuit Komunikasi Bandung-Watukosek

C11

Septi Perwitasari, Jiyo,-
 Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

[075-EEC-17] Sistem Pengamatan Karakteristik Kuat Sinyal Radio HF Propagasi Angkasa Untuk Pengamatan Jangka Panjang

C12

Varuliantor Dear, Irvan Fajar Syidik,-
 Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa - LAPAN

B20	[087-EEC-18] Perancangan Mikrostrip Bandpass Filter Untuk Mobile WiMAX Pada Frekuensi 2,3 GHz Menggunakan Resistansi Negatif <i>Toto Supriyanto, Gunawan Wibisono,-</i> Politeknik Negeri Jakarta, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia	C13
	[088-EEC-19] Perancangan LNA dan AGC Serta Implementasinya Pada Rangkaian RF Penerima CPE m-WiMAX Pada 2,3 GHz <i>Gunawan Wibisono, Irwan Fauzi,-</i> Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia	C14
C1	[089-EEC-20] Perancangan Mixer Untuk Mobile WiMAX Pada Frekuensi 2,3 GHz Menggunakan Heterojunction Bipolar Transistor <i>Gunawan Wibisono, Muhammad Machbub Rochman, Teguh Firmansyah</i> Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia	C15
C2	[090-EEC-21] Perancangan Mikrostrip Power Amplifier Dengan BJT Silicon dan Bandstop Filter Sebagai RF Choke Untuk BTS Mobile WiMAX Pada Frekuensi 2,3 GHz <i>Gunawan Wibisono, Fakrurroji, Teguh Firmansyah</i> Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia	C16
C3	[092-EEC-22] Antena Mikrostrip Patch Lingkaran untuk Aplikasi Radio Frequency Identification (RFID) <i>Yuli K Ningsih, Indra Surjati, M. Fadillah</i> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti	C17
C4	[102-EEC-24] Evaluasi Kinerja Adaptive Resource Allocation (ARA) di Kanal Redaman Hujan dibandingkan dengan Simple Resource Allocation (SRA) dan Random Resource Allocation (RRA) <i>Farid Baskoro, Gamantyo Hendranto, Endroyono</i> Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	C18
C5	[104-EEC-25] Tingkat Akurasi Metode Single Station Location (SSL) dalam Penentuan Suatu Lokasi Pemancar Radio HF (High Frequency) <i>Prayitno Abadi,-,-</i> Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN, Indonesia	C19
C6	[114-EEC-29] Perancangan Software Defined Radio pada Komunikasi Data Nirkabel <i>Sapriesty Nainy Sari, Achmad Affandi,-</i> Laboratorium Jaringan Telekomunikasi Teknik Elektro ITS Surabaya	C21
C7	[118-EEC-30] Analisa Unjuk Kerja Mobile Learning Berbasis Moodle dan MLE pada Jaringan WiFi <i>Candra Ahmadi, Achmad Affandi,-</i> Laboratorium Jaringan telekomunikasi, Jurusan teknik Elektro, Fakultas teknologi Industri ITS	C22
C8	[120-EEC-31] Pemanfaatan Filter Adaptif Pada Pengenalan Suara Otomatis Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan SOM-Kohonen <i>Ekojono,-,-</i> Informatics Management Study Program - State Polytechnics of Malang	C23
C9	[121-EEC-32] Penentuan Kandungan Air Mampu Curah menggunakan Data TERRA/AQUA MODIS <i>Dodi Sudiana, Abdullah Mansyur,-</i> Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia	C24
C10	[123-EEC-33] Analisa Stabilitas Sinkronisasi E-Learning Uni-Direksional Pada Ketidak Stabilan Koneksi Antar Jaringan <i>Ely Suwaibatul Aslamiah, Arief Wijayaningrum, Achmad Affandi</i> Laboratorium Jaringan Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri ITS	C25
C11	[126-EEC-34] Perancangan Antena Mikrostrip Model PIFA untuk Aplikasi Telepon Seluler <i>F.X. Hendra Prasetya, Anastasia Mira,-</i> Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata	C26
C12	[130-EEC-35] Evaluasi Kinerja Step Size dan Near and Far Effect Berbasis SIR pada Power Control WCDMA Menggunakan Metode Probabilistic Monte Carlo <i>Fakhriy Hario P., Sholeh Hadi Pramono, Rudy Yuwono</i> Departemen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya	C27

[136-EEC-36] Analisa Unjukkerja menggunakan RadSec untuk Pemancaran RADIUS Payload dalam Inter-Domain Authentication WLAN Roaming
Hadi Syafruddin, Arini, Bima Aji Saputro
 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta C28

[142-EEC-39] Perancangan Software Modulator Digital untuk Komunikasi Data melalui Radio dengan Memanfaatkan File WAV
Michael Ardita, Sentot Achmadi, Ali Mahmudi
 Teknik Informatika - Institut Teknologi Nasional Malang C29

D. CONTROLS

[008-EED-02] Perancangan Sistem Pengendalian Posisi Motor DC Servo Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy
Fitriana Suhartati, Erny Yudaningtyas, Retnowati
 Department of Electrical Engineering, Brawijaya University, Malang D1

[034-EED-04] Aplikasi Algoritma Genetika untuk Menela Fungsi Keanggotaan Logika Fuzzy pada Pengendalian Motor DC
Goegoes Dwi Nusantara, Muhammad Aziz Muslim, Yudistira Adi Guna
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya D2

[095-EED-06] Aplikasi Kontrol Logika Fuzzy pada Sistem Pengisi Baterai HP Menggunakan Generator Pedal Sebagai Energi Alternatif Terbarukan
Hariyadi Singgih, -
 Politeknik Negeri Malang D3

[115-EED-07] Perancangan Sistem Kendali Gerak 5-DOF Berbasis Mikrokontroler
Ali Zainal Abidin, Bhakti Yudho Suprpto, -
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya D4

[128-EED-08] Perancangan Perangkat Lunak Menggunakan Logika Fuzzy dan PID pada Robot Penghindar Rintangan Berbasis Mikrokontroler
Eko Muharto, Sariman, -
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya D5

[129-EED-09] Perancangan Sistem Redundant pada PLC Twido
Erwani Merry S, Gunawan, R. Ira Yustina
 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha D6

E. INFORMATICS

[044-EEE-03] Pengembangan Sistem Informasi Kesehatan Daerah Pada Puskesmas-Puskesmas Di Kabupaten Flores Timur
Ahmad Faisol, -
 Jurusan Teknik Informatika S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang E1

[061-EEE-06] Aplikasi Pembelajaran Materi Pengolahan Citra dengan Menggunakan Teknik Konvolusi Berbasis Multimedia
Nur Ulfah Sam, Victor Amrizal, Qurrotul Aini
 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta E2

[084-EEE-09] Pengembangan Sistem Informasi Penghitungan Potensi Pajak Berbasis Kerakyatan Sebagai Upaya Menggali Pendapatan Asli Daerah
Ekojono, -
 Informatics Management Study Program - State Polytechnics of Malang E3

[091-EEE-10] Software untuk Mengatur Konfigurasi Pengumpulan Data dan sebagai Penyedia Data Numeris dan Grafik
Moh. Hartono, R. Edy Purwanto, Agus Sujatmiko
 State Polytechnic of Malang, Indonesia E4

C28	[097-EEE-13] Sistem Informasi LOG Laboratorium (Si-LOLA) dengan Visual BASIC.NET dan Paralel Port Programming <i>Mochamad Subianto,-,-</i> Sistem Informasi, Sain dan Teknologi, Universitas Ma Chung	E5
C29	[107-EEE-14] Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan di Kantor Perbendaharaan Negara Blitar Dengan Algoritma Balanced Scorecard <i>Rudy Setiawan,-,-</i> Program Studi Sistem Informasi, Universitas Ma Chung Malang	E6
	[124-EEE-16] Perancangan Algoritma Assignment pada Proses Penjadwalan Berdasarkan Data Matrik dari Graph Bipartite Matching <i>Bernardinus Harnadi,-,-</i> Staff pengajar Teknik Elektro UNIKA Soegijapranata Semarang	E7
D1	[131-EEE-17] Sistem Remote Access IPSec Berbasis Perangkat Lunak IKEv2 StrongSwan <i>Giri Patmono,Arini,-</i> Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta	E8
D2	[133-EEE-19] Analisis Algoritma String Matching Boyer-Moore <i>Dewi Yanti Liliana,-,-</i> Prodi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia	E9
D3	[146-EEE-23] Perancangan dan Implementasi Infrastruktur VoIP dengan menggunakan OpenVPN sebagai Sistem Keamanan <i>Jurike V. Moniaga,Sablin Yusuf,-</i> Universitas Bina Nusantara	E10
D4	[151-EEE-27] Reed Solomon Code untuk Koreksi Kesalahan di Era Komputer <i>Ali Mahmudi,Sentot Achmadi,-</i> Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional, Malang	E11
D5		
D6		
E1		
E2		
E3		
E4		

Perbandingan Pemasangan Kapasitor Shunt dan Rekonfigurasi Jaringan pada Sistem Kelistrikan PT. PLN Subsistem Wlingi untuk Memperbaiki Kualitas Tegangan Menggunakan Perangkat Lunak Digsilent

Amirullah¹⁾ dan Faisol Sidqi²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara, Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya.

²⁾ PT. PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban (P3B) Jawa-Bali

Region Jawa-Timur dan Bali, Bagian Operasi Real-Time, Jl. Suningrat No. 45 Taman-Sidoarjo 61257
am9520012003@yahoo.com, sheadky@yahoo.com

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan peraturan jaringan yang dikeluarkan oleh Direktorat Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Tahun 2007 yang dikenal dengan *Grid Code* yang tercantum pada CC.2.1 point B bahwa dalam kondisi operasi normal kualitas tegangan pada sistem 150 dan 70 kV tidak boleh melebihi 5% dan tidak boleh kurang dari 10% dari tegangan nominal [1]. Untuk menjaga kualitas tegangan supaya memenuhi kondisi diatas, diperlukan sejumlah strategi antara-lain: (a) Kompensasi daya reaktif pembangkit; (b) Pemasukan atau pengeluaran kapasitor; (c) Pemasukan atau pengeluaran reaktor, (d) Pengoperasian *tap changer* transformator, (e) dan Pelepasan penghantar.

Pada sistem kelistrikan di PT. PLN (persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ada sekitar 127 Gardu Induk (GI) kelas tegangan 70 kV, 150 kV, dan 500 kV. Untuk mendistribusikan daya pada seluruh gardu induk maka disusun konfigurasi jaringan supaya mampu meningkatkan keandalan dan menjaga kestabilan dari sistem kelistrikan. Konfigurasi jaringan pada sistem kelistrikan tersebut selanjutnya disebut dengan *island* dan subsistem [2].

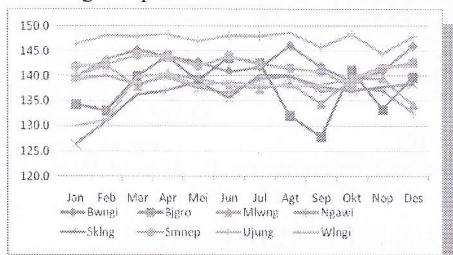
Sistem kelistrikan di Region Jawa Timur dan Bali mempunyai 3 (tiga) *island* 500/150kV, yaitu: (1) *Island* Kediri, (2) *Island* Surabaya Barat (Krian) dan Gresik, (3) *Island* Paiton dan Grati. Subsistem 150/70kV terdiri dari 13 area, yaitu: (1) Subsistem Segoromadu, (2) Subsistem Manisrejo, (3) Subsistem Kertosono, (4) Subsistem Sekarputih (5) Subsistem Banaran, (6) Subsistem Wlingi, (7) Subsistem Kebon Agung, (8) Subsistem Sengkaling, (9) Subsistem Waru, (10) Subsistem Bangil, (11) Subsistem Buduran, (12) Subsistem Driyorejo, dan (13) Subsistem Manyar [3].

Berdasarkan data yang tercatat pada *logsheet dispatcher* PT. PLN Region Jawa Timur dan Bali,

Abstrak—Peraturan jaringan atau *grid code* Tahun 2007 menyatakan bahwa tegangan sistem harus dipertahankan dalam batasan sebagai berikut: (1) Tegangan nominal 500 kV toleransi $\pm 5\%$, (2) Tegangan nominal 150 kV toleransi $+5\%$, -10% , dan (3) Tegangan nominal 70 kV toleransi $+5\%$, -10% . Berdasarkan data yang didapat didalam *Logsheet Dispatcher* Region Jawa Timur dan Bali Tahun 2007 s/d 2008 di Jawa-Timur ditemukan bahwa Subsistem Wlingi merupakan titik yang memiliki kualitas tegangan rendah. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan penggunaan metode penambahan kapasitor dan rekonfigurasi jaringan untuk menjaga kualitas tegangan Subsistem Wlingi agar memenuhi persyaratan peraturan jaringan. Analisis perbaikan tegangan di sistem kelistrikan Subsistem Wlingi PT. PLN (Persero) Region Jawa Timur dan Bali dilakukan menggunakan Metode Analisis Aliran Daya Newton Raphson. Metode ini digunakan untuk mendapatkan suatu nilai perbaikan tegangan yang optimal dengan mempertimbangkan kondisi lapangan dan kemampuan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapasitor shunt di Gardu Induk (GI) Tulungagung dan GI Schwagang atau GI Wlingi dapat memperbaiki kualitas tegangan serta menurunkan pembebanan *Inter Bus Transformer* (IBT) menjadi sekitar 75 sampai 77%. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa Metode Rekonfigurasi Jaringan pada Subsistem Wlingi akan mempengaruhi pembebanan IBT 150/70kV pada GI Manisrejo hingga 96% dan GI Banaran sebesar 54.71% dengan asumsi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Tulungagung beroperasi minimal 1 unit. Berdasarkan hasil penggunaan kedua metode diatas, diperoleh bahwa penggunaan kapasitor shunt mampu memperbaiki kualitas tegangan dan menurunkan pembebanan IBT lebih baik dibandingkan dengan metode rekonfigurasi jaringan. Penelitian menggunakan bantuan perangkat lunak Digsilent versi 13.2.

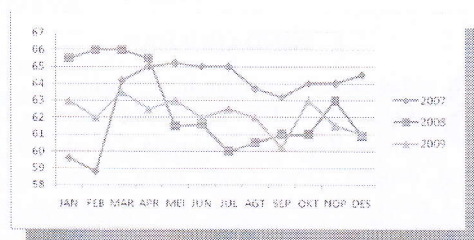
Kata kunci—Kapasitor Shunt, Kualitas tegangan, Rekonfigurasi Jaringan, Subsistem

terdapat beberapa titik yang dijadikan perhatian, baik GI 150 kV dan 70 kV. Alasan pemilihan GI tersebut adalah karena posisinya terletak pada ujung subsistem atau *island* sehingga tegangan pada GI tersebut, nilainya paling rendah dibanding GI di lokasi lain pada subsistem dan *island* yang sama. Pada sisi 150 kV, GI tersebut antara-lain: Banyuwangi, Bojonegoro, Mliwang, Ngawi, Sengkaling, Sumenep, Ujung dan Wlingi. Sedangkan pada sisi 70kV GI tersebut antara-



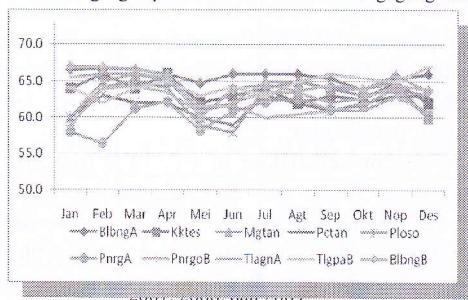
lain: Blimbing, Karangates, Magetan, Pacitan, Ploso, Ponorogo, dan Tulungagung [4].

Gambar 4. Profil tegangan pada bus 70 kV Tahun 2009 di PLN P3B Region Jawa Timur dan Bali



Gambar 2. Profil tegangan pada bus 150 kV Tahun 2009 di PLN P3B Region Jawa Timur dan Bali

Gambar 3. Profil tegangan pada bus 70 kV di GI Tulungagung Tahun



Gambar 1 dan 2 menunjukkan grafik tegangan terendah yang terjadi pada sejumlah GI yang dipilih dan tercatat dalam *logsheet dispatcher*. Berdasarkan Gambar 1 dan 2 maka dipilih GI Tulungagung yang kualitas tegangannya sudah tidak sesuai dengan peraturan karena berada di bawah batas toleransi yang diijinkan. Gambar 3 menunjukkan profil tegangan pada bus 70 kV di GI Tulungagung Tahun 2007, 2008, dan 2009. Berdasarkan keterbatasan sistem diatas, maka diperlukan suatu analisis untuk memperbaiki kualitas tegangan supaya memenuhi persyaratan yang dikehendaki. Metode yang digunakan adalah metode penambahan kapasitor shunt dan rekonfigurasi jaringan. Kedua metode tersebut akan dibandingkan efektifitasnya dan kemungkinan untuk diaplikasikan pada kondisi sebenarnya [5].

Metode analisis aliran daya atau *load flow* dipakai untuk mengetahui nilai tegangan sistem pada masing-masing bus, daya aktif dan reaktif saluran, daya aktif dan reaktif bus beban, serta daya reaktif pada bus pembangkit [6]. Metode analisis aliran daya yang digunakan adalah Metode Newton Raphson dan dijalankan bantuan perangkat lunak Digsilent versi 13.2 dengan menu pilihan analisis loadflow. Data yang digunakan adalah data dari PT. PLN (Persero) P3B Jawa Timur dan Bali yang dibuat sedemikian rupa hingga sama dengan kondisi paling kritis, yaitu kondisi beban puncak pada Tanggal 20 Oktober 2009.

II. DASAR TEORI

A. Pengaturan Tegangan

Sesuai dengan aturan jaringan bahwa kualitas tegangan yang diijinkan adalah [1]:

1. Sistem 500 kV = $\pm 5\%$ dari V
2. Sistem dibawah 500 kV = $+5\%$, -10% dari V

Dimana V adalah tegangan nominal sistem. Untuk menjaga tegangan sistem sesuai dengan aturan jaringan maka *Dispatcher* atau seorang pengatur sistem *realtime* harus melakukan langkah sesuai dengan tahapan berikut [7]:

1. Mengoperasikan *On Load Tap Changer*

On Load Tap Changer atau OLTC adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah rasio belitan pada IBT supaya diperoleh tegangan yang dikehendaki pada keadaan transformator berbeban. Transformator harus didesain sedemikian rupa sehingga memiliki belitan primer dan sekunder dengan jumlah tertentu dan pengaturan tap dengan tingkatan tertentu pula.

2. Mengatur peralatan yang bersifat reaktif

- a. Pengoperasian kapasitor dan reaktor

Fungsi dari kapasitor adalah menginjeksikan daya reaktif ke jaringan. Apabila nilai daya reaktif jaringan rendah maka akan menimbulkan penurunan tegangan sistem. Kapasitor dipakai untuk memperbaiki kebutuhan sistem akan daya reaktif dan meningkatkan nilai tegangan sistem. Sedangkan reaktor digunakan untuk menyerap daya reaktif yang berlebih pada jaringan. Jika daya reaktif berlebihan, maka dapat menaikkan nilai tegangan atau *overvoltage*. Kejadian ini umumnya terjadi pada saat beban rendah seperti hari libur lebaran dan hari besar lainnya.

- b. Mengatur daya reaktif pembangkit

Untuk menjaga kestabilan tegangan sistem, setiap pembangkit biasanya dapat mengatur penguatan arus eksitasi secara otomatis. Alat yang dapat mengatur penguatan secara otomatis tersebut disebut dengan AVR atau *Automatic Voltage Regulator*.

- c. Pelepasan Penghantar

Metode ini adalah metode terakhir dari sistem pengaturan tegangan. Langkah ini dilakukan

load flow dipakai sistem pada masing-masing saluran, daya aktif reaktif pada bus aliran daya yang Newton Raphson dan Digisilent versi analisis loadflow. Data PT. PLN (Persero) dibuat sedemikian paling kritis, yaitu 20 Oktober 2009.

karena pelepasan penghantar akan membuat sistem menjadi tidak handal sehingga syarat N-1 penghantar tidak terpenuhi lagi. Namun demi menjaga keamanan peralatan dan kualitas tegangan dalam praktek langkah ini juga sering dilakukan oleh petugas. Persamaan daya reaktif sistem atau *line charging* adalah [8]:

$$Q = V^2 \times 2\pi f C \text{ (VAR)} \quad (1)$$

Dimana:

V = Tegangan sistem (Volt)

$2\pi f$ = frekuensi sistem

C = Kapasitansi saluran (Farad)

Metode Aliran Daya Newton Raphson

Kondisi sistem tenaga listrik dapat diketahui jika tegangan pada semua bus diketahui. Salah satu keadaan sistem tenaga listrik yang paling sering menjadi perhatian adalah aliran daya. Aliran daya pada cabang-cabang jaringan dapat dihitung apabila tegangan pada bus diketahui. Permasalahan pada studi aliran beban adalah bagaimana menghitung tegangan pada masing-masing bus.

Berdasarkan persamaan jaringan $I_{bus} = Y_{bus} V_{bus}$, bila I diketahui maka persamaan dapat diselesaikan untuk menghitung vektor tegangan V . Namun demikian dalam sistem tenaga listrik, khususnya dalam penyelesaian aliran daya, biasanya bukan injeksi arus yang diketahui, melainkan injeksi daya, oleh karena itu penyelesaian hanya dapat dilakukan dengan cara iterasi, yakni secara bertahap mencari tegangan bus yang akan menghasilkan injeksi daya yang sama dengan daya yang ditentukan untuk masing-masing bus.

Pada setiap bus, paling sedikit ada dua besaran yang harus diketahui. Oleh karena itu dalam penyelesaian dan perhitungan aliran daya dikenal 3 (tiga) jenis bus, yaitu [8]:

1. BUS PQ

Bus PQ disebut dengan bus beban. Pada bus ini besaran yang diketahui adalah daya aktif P dan daya reaktif Q , sedangkan magnitude tegangan, $|V|$ dan sudut tegangan, δ harus dihitung.

2. BUS PV

Bus PV disebut bus pengendali atau sering pula disebut bus pembangkit. Besaran yang diketahui pada bus ini adalah daya aktif P dan magnitude tegangan $|V|$, sedangkan sudut tegangan δ dan daya reaktif Q harus dihitung.

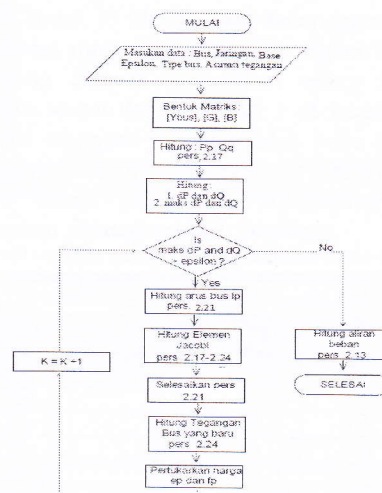
3. BUS Slack

Bus slack disebut bus berayun. Besaran yang diketahui pada bus ini adalah magnitude tegangan $|V|$ dan sudut tegangan δ , sedangkan daya aktif dan reaktif harus dihitung.

Konsep bus ayun dibutuhkan karena pada bus ayun inilah semua susut daya pada jaringan ditimpakan. Konsep yang sama berlaku pula pada bus PV, karena pada bus ini susut daya reaktif ditimpakan.

Penelitian ini menggunakan analisis aliran daya

Metode Newton Raphson. Diagram alir penyelesaian aliran daya dengan Metoda Newton Raphson ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir penyelesaian aliran daya dengan Metoda Newton-Raphson menggunakan matriks admitansi bus

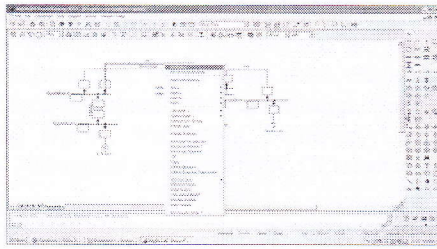
Digsilent

Digsilent adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Ilmuwan Jerman di bidang kelistrikan. Perangkat lunak ini memiliki lisensi yang biasa dimiliki oleh perusahaan yang bergerak dibidang konsultan dan perusahaan listrik baik di bidang pembangkitan, transmisi maupun distribusi. Dibandingkan dengan perangkat lunak yang sejenis, Digsilent memiliki sejumlah kelebihan yaitu: akurasi hasil analisis, perangkat yang dipergunakan lebih terjangkau, tampilan yang sederhana dan mudah dimengerti serta memiliki berbagai macam pilihan untuk analisis sistem kelistrikan. Pilihan tersebut antara-lain: (1) *Loadflow calculation*, (2) *Short Circuit Calculation*, (3) *Stability Function*, (4) *Modal Analisis*, (5) *Network Reduction*, (6) *Distance Protection*, (7) *Overcurrent Time Protection* [9].

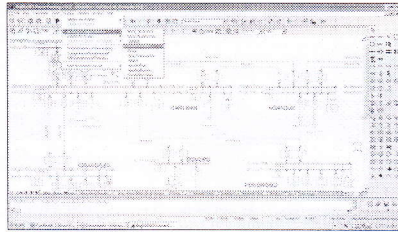
Oleh karena analisis yang dilakukan berupa aliran daya dan topologi tegangan, maka analisis yang digunakan adalah metode *loadflow calculation*. Dasar dari analisis *loadflow calculation* ini menggunakan Metode Newton-Raphson sampai dengan iterasi tertentu dan hasil yang ditampilkan adalah hasil iterasi yang terakhir. Perangkat lunak ini memiliki dua bagian utama yaitu perangkat lunak yang ter-install dalam komputer dan *Hardlock* yang berfungsi sebagai kunci atau lisensi yang diterima oleh pengguna. Penjelasan penggunaan perangkat lunak Digsilent dapat dilihat pada Gambar 5 sampai dengan 8.



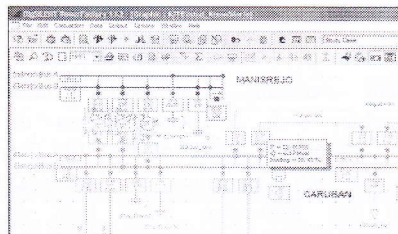
Gambar 5. Instalasi hardlock



Gambar 6. Membuat instalasi



Gambar 7. Merubah format hasil analisis

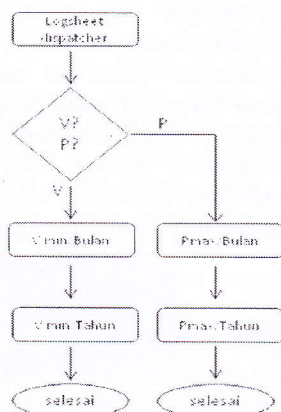


Gambar 8. Melihat hasil aplikasi loadflow

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

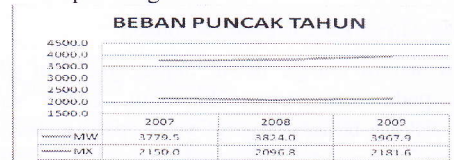
a. Pemilihan Kasus

Untuk mengetahui daerah yang memerlukan perbaikan tegangan pada sistem kelistrikan Jawa Timur peneliti mengambil data dari *Logsheets* Dispatcher Region Jawa-Timur dan Bali mulai tahun 2007 sampai dengan 2009. Pada *Logsheets* tersebut semua data mengenai sistem kelistrikan di Jawa Timur tersimpan baik mulai data pembebanan, pembangkitan dan aliran daya pada saat terjadi beban puncak siang maupun beban puncak malam.



Gambar 9. Diagram alir pemilihan kasus

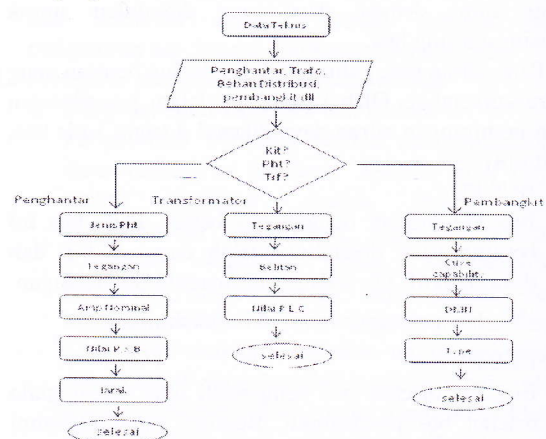
Berdasarkan data tersebut maka diperoleh lokasi dimana profil tegangan pada tempat tersebut setiap tahunnya terjadi *ekskursi* dan berada di bawah toleransi yang ditetapkan oleh peraturan jaringan sistem Jawa-Madura-Bali. Lokasi tersebut berada di GI Tulungagung Bus A dan profil tegangan bus-nya telah ditunjukkan pada Gambar 3. Selain profil tegangan, dari *logsheets* juga dapat diketahui waktu beban puncak Region Jawa Timur dan Bali yaitu pada Tanggal 20 Oktober 2009. Gambar 10 menunjukkan beban puncak PT PLN Region Jawa-Timur dan Bali periode Tahun 2007 sampai dengan 2009.



Gambar 10. Beban puncak PT PLN Region Jawa-Timur dan Bali periode Tahun 2007 sampai dengan 2009

b. Pengolahan Data Digsilent

Untuk membuat suatu perangkat lunak yang baik maka persyaratan yang harus dipenuhi adalah akurasi data. Data ini akan diolah oleh perangkat lunak, sehingga apabila data yang tersaji tidaklah akurat, maka akan mempengaruhi hasil analisis. Data yang dipakai dalam penelitian ini memiliki akurasi yang cukup baik karena data tersebut merupakan data yang dikeluarkan oleh PT. PLN (persero) P3B Jawa Bali dan digunakan sebagai acuan untuk studi dalam berbagai permasalahan sistem.



Gambar 11. Diagram alir data teknis yang diperlukan dalam analisis menggunakan Digsilent.

Gambar 11 adalah diagram alir data-data teknis yang diperlukan pada saat analisis menggunakan perangkat lunak Digsilent. Tanpa satu data atau parameter, maka analisis tidak dapat dilakukan.

c. Hasil Analisis Menggunakan Digsilent

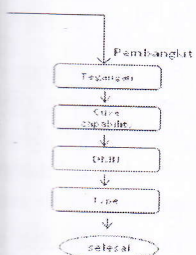
Analisis menggunakan perangkat lunak Digsilent membutuhkan data pembangkitan dan data distribusi. Studi yang dihasilkan oleh perangkat lunak Digsilent harus disesuaikan terlebih dahulu dengan kondisi yang

a. diperoleh lokasi empat tersebut setiap berada di bawah peraturan jaringan tersebut berada di GI tegangan bus-nya telah lain profil tegangan, waktu beban puncak yaitu pada Tanggal 20 menunjukkan beban puncak di Bali periode Tahun



ion Jawa-Timur dan Bali
dengan 2009

kat lunak yang baik memenuhi adalah akurasi. Perangkat lunak, meski tidaklah akurat, analisis. Data yang memiliki akurasi yang merupakan data yang (ero) P3B Jawa Bali untuk studi dalam



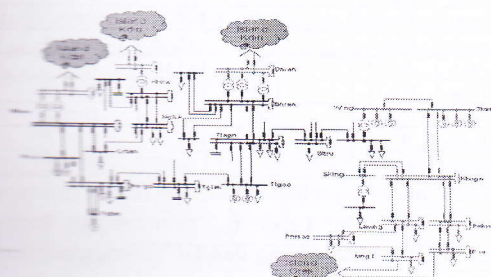
perlu dalam analisis

lir data-data teknis
lisis menggunakan
pa satu data atau
at dilakukan.

vigilant

kat lunak Digsilent
dan data distribusi.
kat lunak Digsilent
dengan kondisi yang

selanjutnya pada aliran daya milik *Logsheet Dispatcher*. Setelah kondisi normal tercapai seperti pada *logsheet*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan berbagai kondisi dan hasilnya masing-masing dibandingkan satu dengan yang lainnya sampai dengan tercapai kondisi yang paling ideal. Gambar 12 menunjukkan diagram segaris Subsistem Wincc.



Gambar 12. Diagram segaris Subsistem Wlingi.

of Mass Analysis

Kondisi Normal

Kondisi normal adalah kondisi dimana sistem listrik sebelum dilakukan analisis dan perbaikan kualitas tegangan listrik oleh PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali Region Jawa Timur dan Bali. Tabel 1 menunjukkan profil tegangan kondisi normal yang diperoleh dari *Loadflow Logsheet Dispatcher Region Jawa Timur dan Bali* pada tanggal 20 Oktober 2009.

Tabel 1. Profil Tegangan Kondisi Normal.

NORMAL					
Station	Name	Nom.L-L kV	UI, Mag kV	U, Mag p.u.	U,Angle deg
400mm	Bus A	70	65.42	0.93	6.68
400mm	Bus B	70	65.42	0.93	6.68
400mm	Bus A	70	62.45	0.89	4.53
400mm	Bus B	70	68.05	0.97	7.41
400mm	Bus I	70	67.81	0.97	8.33
900mm	Bus A	150	140.51	0.94	11.00
900mm	Bus B	150	143.35	0.96	14.23
Flowing	Bus A	150	142.67	0.95	12.46
Flowing	Bus B	150	142.67	0.95	12.46
Shaking	Bus A	150	139.67	0.93	10.44
Shaking	Bus B	150	139.67	0.93	10.44
Shaking	Bus I	150	142.59	0.95	14.72
Shaking	Bus J	150	137.62	0.92	13.43

Tabel 1 menunjukkan tegangan kondisi normal hasil analisis menggunakan perangkat lunak Digilent dan telah dibandingkan dengan kondisi *real time* yang ada di logsheet Dispatcher Region Jawa Timur dan Bali. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa tegangan di GI Tulungagung Bus A yang merupakan bagian dari Subsistem Wlingi adalah 62.45 kV. Sesuai dengan peraturan jaringan bahwa batas terendah kualitas tegangan sistem 70 kV adalah 63 kV, maka tegangan pada GI Tulungagung Bus A sudah dibawah ambang batas yang ditoleransikan oleh Aturan Jaringan. Selain di GI Tulungagung Bus A, tegangan pada sistem 150 kV di beberapa Gardu Induk juga mengalami *ekskursi* yang hampir mendekati toleransi ambang batas tegangan sistem 150 kV yaitu pada GI Bengalisir Bus A dan B serta GI Wlingi.

ii. Pemasangan Kapasitor Shunt 70 kV-10 Mvar di GL Tulung Agung

Perbaikan kualitas tegangan pada Sistem 70 kV Subsistem Wlingi dilakukan dengan menambah Kapasitor Shunt 10 MVar di GI Tulungagung Bus A. Alasan utama memasang Kapasitor Shunt karena GI Tulungagung Bus A merupakan ujung Subsistem Wlingi dan sesuai dengan Tabel 1 di lokasi tersebut mempunyai tegangan paling rendah yaitu 62.45 kV. Tabel 2 menunjukkan profil tegangan setelah dipasang Kapasitor Shunt pada GI Tulungagung Bus A menggunakan perangkat lunak Digsilent.

Tabel 2. Profil tegangan setelah dipasang Kapasitor Shunt 70 kV-10 MVar pada GI Tulungagung Bus A

Pemasangan Kapasitor Shunt 70kV-10Mvar di GI. Tulungagung					
Station	Name	Nom.L-L	Ul, Mag	U, Mag	U,Angle
		kV	kV	p.u.	Deg
4B1tru	Bus A	70	68.61	0.98	6.95
4B1tru	Bus B	70	68.61	0.98	6.95
4T1gng	Bus A	70	66.64	0.95	4.64
4T1gng	Bus B	70	68.10	0.97	7.46
4W1ngi	Bus I	70	70.57	1.01	8.60
5Kbagn	Bus A	150	141.63	0.94	11.13
5Kbagn	Bus B	150	145.26	0.97	14.30
5Lwang	Bus A	150	143.75	0.96	12.57
5Lwang	Bus B	150	143.75	0.96	12.57
5Sklng	Bus A	150	140.80	0.94	10.58
5Sklng	Bus B	150	140.80	0.94	10.58
5Stami	Bus I	150	144.99	0.97	14.74
5W1ngi	Bus I	150	140.94	0.94	13.35

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh bahwa terjadi kenaikan tegangan setelah pemasangan kapasitor shunt 10 MVar di GI. Tulungagung bus A dari 62,45 kV menjadi 66.64 kV.

Pemasangan Kapasitor Shunt 150 kV-25 MVar di GI Wlingi.

Analisis perbaikan lain adalah dengan memasang kapasitor shunt 25 MVar di GI Wlingi. Alasannya adalah karena pada sistem 150 kV di GI Wlingi sesuai dengan Tabel 1 sudah mendekati batas bawah toleransi aturan jaringan dan merupakan ujung dari Subsistem Wlingi di sisi 150 kV.

Tabel 3. Profil tegangan setelah Pemasangan SC di GL Wlingi.

Station	Name	Nom.L-L kV	UI, Mag kV	U, Mag p.u.	U,Angle Deg
4Bltru	Bus A	70	69.40	0.99	7.13
4Bltru	Bus B	70	69.40	0.99	7.13
4Tleng	Bus A	70	66.63	0.95	5.23
4Tleng	Bus B	70	68.16	0.97	7.50
4Wlingi	Bus I	70	71.64	1.02	8.60
5Kbagn	Bus A	150	142.82	0.95	11.23
5Kbagn	Bus B	150	147.33	0.98	14.33
5Lwang	Bus A	150	144.91	0.97	12.65
5Lwang	Bus B	150	144.91	0.97	12.65
5Sklng	Bus A	150	142.01	0.95	10.69
5Sklng	Bus B	150	142.01	0.95	10.69
5Stami	Bus I	150	147.61	0.98	14.69
5Wlingi	Bus I	150	144.54	0.96	13.17

Dengan pemasangan kapasitor shunt dapat dilihat bahwa ada perubahan tegangan di sistem 70 kV GI Tulungagung Bus A dan Sistem 150 kV GI Wlingi dan GI Sengkaling. Pada ketiga GI yang dijadikan acuan analisis perbaikan tegangan ini, ternyata mengalami perbaikan tegangan yang cukup signifikan dibandingkan kondisi sebelum dipasang kapasitor shunt.

iv. Pemasangan Kapasitor Shunt 150 kV-25 Mvar di

GI Kebon Agung

Pemasangan kapasitor shunt di GI Kebon Agung Bus B mempunyai keuntungan yaitu memiliki fleksibilitas tinggi yaitu selain bisa digunakan untuk memperbaiki kualitas tegangan di Island Grati, secara tidak langsung juga akan memperbaiki kualitas tegangan di Subsistem Wlingi. Kapasitor shunt ini juga bisa dijadikan cadangan apabila ada kerusakan atau perbaikan kapasitor shunt di GI Sengkaling dengan memindah posisi pemisah bus ke bus A karena antara bus A dan bus B di GI Kebon Agung beroperasi normal terpisah dengan cara membuka PMT kopel. Tabel 4 menunjukkan profil tegangan setelah pemasangan kapasitor shunt di GI Kebon Agung.

Tabel 4. Profil tegangan setelah Pemasangan SC di GI. Kebon Agung.

Pemasangan Kapasitor Shunt 150kV-25Mvar di GI. Kebon Agung.					
Station	Name	Nom.L-L kV	U _L Mag kV	u _L Mag p.u.	U _L Angle Deg
4Bltru	Bus A	70	67.84	0.97	7.23
4Bltru	Bus B	70	67.84	0.97	7.23
4Tlgng	Bus A	70	64.99	0.93	5.24
4Tlgng	Bus B	70	68.16	0.97	7.49
4Wlngi	Bus I	70	70.14	1.00	8.77
5Kbagn	Bus A	150	142.75	0.95	11.21
5Kbagn	Bus B	150	147.21	0.98	14.30
5Lwang	Bus A	150	144.84	0.97	12.63
5Lwang	Bus B	150	144.84	0.97	12.63
5Sklnng	Bus A	150	141.94	0.95	10.67
5Sklnng	Bus B	150	141.94	0.95	10.67
5Stami	Bus I	150	146.54	0.98	14.76
5Wlngi	Bus I	150	141.81	0.95	13.53

v. Pemasangan Kapasitor Shunt di GI Tulungagung dan GI Kebon Agung

Permasalahan pada Subsistem Wlingi selain pada kualitas tegangan, yaitu beban yang dipikul oleh IBT 150/70kV-100MVA di GI Wlingi. Dengan menggunakan analisis Digsilent dapat dilihat bahwa ada perubahan pembebanan pada saat dipasang kapasitor shunt dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Pembebanan IBT 150/70kV-100MVA. GI. Wlingi.

Kondisi	Pembebanan
Normal	86,65%
SC Tulung Agung	78,81%
SC Wlingi	81,41%
SC Kebon Agung	83,38%

Pemasangan kapasitor shunt di GI Tulungagung dan GI Wlingi juga dimaksudkan agar kualitas tegangan 150 kV juga dapat diperbaiki terutama di Island Grati. Tabel 6. menunjukkan profil tegangan setelah pemasangan kapasitor shunt di GI Kebon Agung dan GI Tulungagung.

Tabel 6. Profil tegangan setelah Pemasangan SC di GI. Kebon Agung dan Tulung Agung

Pemasangan Kapasitor Shunt di GI Tulung Agung dan Kebon Agung					
Station	Name	Nom.L-L kV	U _L Mag kV	U _L Mag p.u.	U _L Angle Deg
4Bltru	Bus A	70	69.85	1.00	7.24
4Bltru	Bus B	70	69.85	1.00	7.24
4Tlgng	Bus A	70	67.95	0.97	5.00
4Tlgng	Bus B	70	68.22	0.97	7.53
4Wlngi	Bus I	70	71.76	1.03	8.84
5Kbagn	Bus A	150	143.81	0.96	11.33
5Kbagn	Bus B	150	149.04	0.99	14.36
5Lwang	Bus A	150	145.86	0.97	12.73
5Lwang	Bus B	150	145.86	0.97	12.73
5Sklnng	Bus A	150	143.01	0.95	10.79
5Sklnng	Bus B	150	143.01	0.95	10.79
5Stami	Bus I	150	148.84	0.99	14.76
5Wlngi	Bus I	150	144.97	0.97	13.44

Selain dapat diperbaiki profil tegangan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6., pemasangan kapasitor shunt di GI Kebon Agung dan GI Tulungagung terjadi perubahan pembebanan IBT 150/70kV-100MVA GI. Wlingi menjadi 76,26%.

vi. Pemasangan Kapasitor Shunt di GI Tulungagung dan GI Wlingi.

Sebagaimana pada analisis subbab 3.4.5, adanya permasalahan pembebanan pada IBT 150/70kV-100MVA pada GI Wlingi juga akan dijadikan referensi untuk analisis perbaikan tegangan. Pemasangan kapasitor shunt di GI Tulungagung dan GI Wlingi diharapkan akan memperbaiki kualitas tegangan di Subsistem Wlingi dan Island Grati serta menurunkan pembebanan IBT 150/70kV-100MVA di GI Wlingi. Tabel 7 menunjukkan profil tegangan setelah pemasangan kapasitor shunt di GI Wlingi dan GI Tulungagung.

Tabel 7. Profil tegangan setelah pemasangan kapasitor shunt di GI Wlingi dan GI Tulungagung

Pemasangan Kapasitor Shunt di GI. Tulungagung dan Wlingi					
Station	Name	Nom.L-L kV	U _L Mag kV	U _L Mag p.u.	U _L Angle Deg
4Bltru	Bus A	70	69.08	0.99	6.72
4Bltru	Bus B	70	69.08	0.99	6.72
4Tlgng	Bus A	70	67.14	0.96	4.44
4Tlgng	Bus B	70	68.21	0.97	7.53
4Wlngi	Bus I	70	71.02	1.01	8.35
5Kbagn	Bus A	150	143.77	0.96	11.33
5Kbagn	Bus B	150	148.97	0.99	14.36
5Lwang	Bus A	150	145.83	0.97	12.73
5Lwang	Bus B	150	145.83	0.97	12.73
5Sklnng	Bus A	150	142.97	0.95	10.79
5Sklnng	Bus B	150	142.97	0.95	10.79
5Stami	Bus I	150	149.68	1.00	14.67
5Wlngi	Bus I	150	147.40	0.98	13.06

Dengan menggunakan analisis yang sama di dapat bahwa pembebanan IBT 150/70kV-100MVA GI. Wlingi adalah sebesar 75,21%.

vii. Rekonfigurasi Jaringan

Rekonfigurasi jaringan adalah merubah jaringan sistem tenaga listrik agar aliran daya menjadi lebih efektif seperti yang diinginkan. Untuk memperbaiki kualitas tegangan di Subsistem Wlingi, selain dengan penambahan kapasitor shunt ada juga cara lain yang dapat dilakukan yaitu dengan rekonfigurasi jaringan dengan cara mengalihkan beban ke beberapa island di sekitar Subsistem Wlingi. Adapun perubahan jaringan

SC di GI. Kebon Agung

Tulung Agung dan Kebon		
U, Mag	U, Angle	
p.u.	Deg	
0.95	1.00	7.24
0.95	1.00	7.24
0.95	0.97	5.00
0.92	0.97	7.53
0.96	1.03	8.84
0.91	0.96	11.33
0.94	0.99	14.36
0.96	0.97	12.73
0.96	0.97	12.73
0.91	0.95	10.79
0.95	0.95	10.79
0.94	0.99	14.76
0.97	0.97	13.44

tegangan seperti yang pemasangan kapasitor Tulungagung terjadi 70kV-100MVA GI.

GI Tulungagung

babab 3.4.5, adanya IBT 150/70kV akan dijadikan profil tegangan. Tulungagung dan memperbaiki kualitas Island Grati serta 150/70kV-100MVA an profil tegangan di GI Wlingi dan

kapasitor shunt di GI

Tulungagung dan Wlingi		
U, Mag	U, Angle	
p.u.	Deg	
0.99	0.99	6.72
0.99	0.99	6.72
0.96	0.96	4.44
0.97	0.97	7.53
1.01	1.01	8.35
0.96	0.96	11.33
0.99	0.99	14.36
0.97	0.97	12.73
0.95	0.95	10.79
0.95	0.95	10.79
1.00	1.00	14.67
0.98	0.98	13.06

ang sama di dapat kV-100MVA GI.

erubah jaringan ya menjadi lebih utuk memperbaiki ngi, selain dengan ga cara lain yang nfigurasi jaringan beberapa island di erubahan jaringan

yang dimaksud adalah:

1. Menutup PMT 150 kV bus kopel di GI. Kebon Agung.
2. Memindah beban di GI. Tulungagung dari konfigurasi bus A Transformator 1 dan 2 70/20 kV dengan total beban 32.2 MW/12.5 MVar ke bus B.
3. Memindah beban di GI. Tulung Agung dari konfigurasi bus B Transformator 4 70/20kV dengan total beban 10.8 MW/2.7 MVar ke bus A.
4. Memindah beban di GI. Ponorogo dari konfigurasi Bus A Transformator 170/20kV dengan total beban 18.5 MW/5.8 MVar ke Bus B.

Tabel 9. Profil tegangan setelah rekonfigurasi jaringan

Profil tegangan setelah rekonfigurasi jaringan					
Stasiun	Name	Nom.L-L kV	U, Mag kV	U, Mag p.u.	U, Angle Deg
Wlingi	Bus A	70	69.02	0.99	9.43
Wlingi	Bus B	70	69.02	0.99	9.43
Wlingi	Bus A	70	68.28	0.98	8.73
Wlingi	Bus B	70	66.05	0.94	7.30
Wlingi	Bus I	70	70.48	1.01	10.51
Wlingi	Bus A	150	146.24	0.97	13.95
Wlingi	Bus B	150	146.24	0.97	13.95
Wlingi	Bus A	150	147.25	0.98	14.51
Wlingi	Bus B	150	147.25	0.98	14.51
Wlingi	Bus A	150	145.47	0.97	13.43
Wlingi	Bus B	150	145.47	0.97	13.43
Wlingi	Bus I	150	146.55	0.98	14.69
Wlingi	Bus I	150	143.88	0.96	13.85

Tabel 8 merupakan hasil analisis menggunakan perangkat lunak Digsilent dengan rekonfigurasi jaringan sistem kelistrikan Region Jawa Timur dan Bus. Namun perlu dicermati juga dengan perubahan konfigurasi jaringan akan membuat aliran daya dan pembebanan IBT juga berubah, hal ini ditunjukkan pada Tabel 9 berikut:

Tabel 10. Distribusi beban setelah rekonfigurasi jaringan.

Stasiun	Bay	Normal	Rekonfigurasi
GI. Manisrejo	IBT 2	65.93%	96.24%
	IBT 3	65.93%	96.24%
	IBT 1	40.65%	42.94%
GI. Banaran	IBT 2	51.79%	54.71%
	IBT 3	40.65%	42.94%
	IBT 1	86.65%	81.41%
Penghantar 70kV	Manisrejo-Pnrgo	39.58%	58.17%
	Manisrejo-Dlopo	48.82%	67.28%

Tabel 9 menunjukkan bahwa adanya perubahan yang signifikan pada pembebanan IBT 150/70kV di Gardu Induk Manisrejo, yang menunjukkan hampir mencapai 100% dan kondisi tersebut tidaklah menguntungkan bagi peralatan maupun penyaluran. Kondisi ini terjadi dikhawatirkan proteksi pada IBT 2 dan 3 di GI. Manisrejo akan bekerja. Penyebabnya adalah lepasnya secara otomatis penghantar 70 kV Manisrejo arah Dlopo dan penghantar 70 kV Manisrejo arah Ponorogo yang berarti melepas semua beban yang dipikul oleh IBT 2 dan 3 di GI Manisrejo sebesar 67MW oleh Rele OLS atau *Over Load Shedding* yang di-setting bekerja pada arus IBT A dengan delay waktu 3 detik. Selain IBT 150/70kV 2 dan 3 di GI. Manisrejo, ada sejumlah beban yang harus dipenuhi untuk melakukan rekonfigurasi jaringan pada Subsistem Wlingi adalah:

1. OLS penghantar 70kV Tulung Agung arah Banaran 1,2 dengan seting arus 440A dan delay 3 detik memiliki target pelepasan:
 - a. PMT 20 kV Incoming Trf-1 70/20kV-30MVA di GI. Tulungagung.
 - b. PMT 20 kV Incoming Trf-2 70/20kV-16MVA di GI. Tulungagung.
2. OLS GI Banaran IBT 1 dan 3 150/70kV dengan setting arus 320A delay 3 detik serta IBT-2 150/70kV 2 dengan seting arus 516A delay 5detik memiliki target pelepasan:
 - a. PMT 20kV Incoming Trf-1 70/20kV-30MVA di GI. Tulung Agung.
 - b. PMT 20kV Incoming Trf-2 70/20kV-16MVA di GI. Tulung Agung.
3. OLS penghantar 70 kV Blitar arah Wlingi 1,2 dengan setting arus 440A dan delay 3 detik memiliki target pelepasan:
4. PMT 20 kV Incoming Trf-2 70/20kV-30MVA di GI. Blitar.
5. Alternatif lain rekonfigurasi jaringan dan pembebanan pada Subsistem Wlingi dilakukan dengan rekonfigurasi jaringan 20 kV, tetapi karena topografi dilapangan dan distribusi beban sudah merata, maka cara ini sulit untuk dilakukan oleh Area Pelayanan dan Distribusi.

Tabel 10 menunjukkan perbandingan hasil analisis pemasangan kapasitor shunt dan rekonfigurasi jaringan.

Tabel 10. Perbandingan hasil analisis pemasangan kapasitor shunt dan rekonfigurasi jaringan

Kondisi Sistem	GI. Tlagn		GI. Wlingi		GI. Sking		GI. Kbagn		GI. Wlingi		GI. Mnrgo	
	Tegangan		Tegangan		Tegangan		Tegangan		%beban		%beban	
	Bus A	Bus B	Bus A	Bus B	Bus A	Bus B	Bus A	Bus B	IBT	IBT	IBT	IBT
Normal	62.45	68.05	137.62	139.67	140.51	143.35	86.65	86.65	65.93			
SC Tlagn	66.64	68.1	140.94	140.80	141.63	145.26	78.81	78.81	65.93			
SC Wlingi	66.63	68.16	144.54	142.01	142.82	147.33	81.41	81.41	65.93			
SC Kbagn	64.99	68.16	141.81	141.94	142.75	147.21	83.38	83.38	65.93			
SC Kbagn dan Tlagn	67.95	68.22	144.97	143.01	143.81	149.04	76.23	76.23	65.93			
SC Wlingi dan Tlagn	65.1	68.42	147.40	142.97	143.77	148.97	75.21	75.21	65.93			
Rekonfigurasi	68.28	66.05	143.88	145.47	146.24	146.24	52.45	52.45	96.24			

Berdasarkan 6 (enam) alternatif perbaikan kualitas tegangan pada Tabel 10, dapat dilihat bahwa perbaikan tegangan dengan penambahan kapasitor shunt cukup efektif dilakukan, karena apabila kapasitor shunt dipasang maka akan memperbaiki faktor daya di jaringan. Pemasangan kapasitor shunt di GI Wlingi dan GI. Tulungagung menghasilkan pembebanan IBT 150/70kV-100MVA terendah dan kualitas tegangan yang baik. Namun demikian dari segi operasional dengan memasang kapasitor shunt di Gardu Induk Wlingi beresiko mempengaruhi arus eksitasi pembangkit PLTA Wlingi Unit 1,2, bila kapasitor shunt dioperasikan tiba-tiba oleh Dispatcher ketika unit tersebut dalam kondisi beroperasi, sehingga diperlukan analisis dan pengujian lebih lanjut.

IV. PENUTUP

a. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan:

1. Tegangan sistem 70 kV di GI Tulungagung Bus A yang merupakan jaringan Subsistem Wlingi di bawah ambang batas toleransi yang ditetapkan oleh aturan jaringan.
2. Tegangan di Sistem 150 kV di Island Grati seperti di GI. Sengkaling, GI. Wlingi dan GI. Sutami sudah mendekati batas toleransi.
3. Pembebanan IBT 150/70kV-100MVA GI Wlingi sudah mencapai 86%.
4. Pemasangan kapasitor shunt di GI Tulungagung dan GI Kebonagung atau GI Wlingi dapat memperbaiki kualitas tegangan serta menurunkan pembebanan Inter Bus Transformator menjadi sekitar 75-77%.
5. Rekonfigurasi jaringan pada Subsistem Wlingi akan mempengaruhi pembebanan IBT 150/70 kV pada GI Manisrejo hingga mencapai 96% serta di GI Banaran sebesar 54.71% dengan catatan PLTA Tulungagung beroperasi minimal 1 unit. Kondisi tersebut membuat metode rekonfigurasi memiliki resiko relatif besar.

b.Saran

Untuk memperbaiki kualitas tegangan pada

Subsistem Wlingi, peneliti merekomendasikan supaya PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali Region Jawa Timur dan Bali memasang kapasitor sebesar 70 kV-10 MVar di GI Tulungagung bus A dan 150 kV-25 MVar di GI Kebon Agung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2007, "Aturan Jaringan Sistem Kelistrikan Jawa-Madura-Bali", Dikjen SDM, Jakarta.
 - [2] P3B Jawa-Bali, 2008, "RSJPP 2009 – 2013", P3B Jawa-Bali, Jakarta.
 - [3] P3B Jawa-Bali, 2007, "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Jawa-Bali 2008-2017", P3B Jawa-Bali, Jakarta.
 - [4] P3B Jawa-Bali, 2005, "Teori Dasar Listrik (Bahan Pelatihan Operator Gardu Induk)", P3B Jawa-Bali, Jakarta.
 - [5] Prof. Ir. Abdul Kadir, 1998, "Transmisi Tenaga Listrik", UI-Press, Jakarta.
 - [6] Nagrath and D.P. Kothari, 1991, "Modern Power System Analysis", McGraw-Hill, Singapore.
 - [7] William D. Stevenson, John J. Grainger, 1994, "Power System Analysis", McGraw-Hill, Inc, Singapore.
 - [8] Deshpande, 1982, "Electrical Power System Design", McGraw-Hill, Singapore.
- DigSILENT GmbH, 2001, "Getting Started Tutorial DigSILENT Power Factory Version 12.1", Gomarinen

CERTIFICATE

This to certify that

Amirullah

participated in

Electrical Power, Electronics, Communications, Controls & Informatics
International Seminar (EECCIS) 2010

as

PRESENTER/AUTHOR

of his/her paper entitled:

Perbandingan Pemasangan Kapasitor Shunt dan Rekonfigurasi Jaringan pada
Sistem Kelistrikan PT. PLN Substiem Wlingi untuk Memperbaiki Kualitas
Tegangan Menggunakan Perangkat Lunak Digsilent

December 16-17, 2010

Widyaloka Convention Hall, Brawijaya University

2010
EECCIS



Rudy Yuwono, M.Sc (Head)
Department of Electrical Engineering

Hadi Suyono, Ph.D (Chairman)
EECCIS 2010 Organizing Committee