

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/323868545>

Pemodelan dan Analisis Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Conference Paper · August 2014

CITATIONS
0

READS
1,333

4 authors, including:



Supriyatna Pri
University of Mataram
8 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Abdul Natsir
University of Mataram
8 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project

The principle of fairness in the allocation of loss of power system network [View project](#)

ISBN : 978-602-8509-21-3



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ENERGI DAN KETENAGALISTRIKAN (SNTEK) 2014

MAKASSAR, 7 - 9 AGUSTUS 2014

EDITOR :
Syafaruddin
Yusri Syam Akil
Abdul Azis Rahmansyah

Penyelenggara :
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Hasanudddin



PROSIDING

Seminar Nasional Teknik Energi dan Ketenagalistrikan (SNTEK) 2014
Makassar, 7-9 Agustus 2014

Tema:

“Optimalisasi Sumber Energi Lokal untuk Pencapaian Target Pemanfaatan Energi Terbarukan pada Sistem Ketenagalistrikan Nasional”

Bidang Cakupan:

- Teknik Tegangan Tinggi dan Material Isolasi
 - Energi dan Sistem Tenaga Listrik
 - Stabilitas dan Kontrol Sistem Tenaga Listrik
 - Keandalan dan Kualitas Sistem Tenaga Listrik
 - Kebijakan dan Manajemen Energy
- Aplikasi Kecerdasan Buatan pada Sistem Tenaga Listrik
 - Sistem Smart Grid
 - Energi Baru dan Terbarukan
 - Mesin Listrik dan Powerdrive
- Sistem Kontrol dan Aplikasi di Teknik Energi
- Riset Teknik Informatika di Bidang Energi Listrik
- Bidang Lain yang Relevan dengan Teknik Energi

Penyelenggara:

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Kampus Tamalanrea, Jl. Perintis Kemerdekaan
Km. 10, Makassar 90245
Telp./Fax: +62 411 580352
www.jurnal-ristek.org
copyright@SNTEK2014

DAFTAR ISI

	Hal.
Sampul Prosidings	i
Halaman Judul	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Panitia	iv
Daftar Isi	vi
Kondisi Ke-Energian Nasional Dan Tantangan Yang Dihadapi <i>Syamsir Abduh</i>	1
Teknologi Diagnosis Isolasi Peralatan Tegangan Tinggi <i>Suwarno</i>	5
Optimalisasi Penggunaan Energi Terbarukan Untuk Pembangkit Listrik Untuk Mengembangkan Energi Lokal Sulawesi Selatan <i>Salama Manjang, Herianto, M.Iqbal Marsin, Ikhlas Kitta</i>	15
Smart Grid Secure Data Transmission For High Voltage Grid <i>Mukti Winanda, Ardianto Satriawan, Yudi Satria Gondokaryono</i>	21
Optimalisasi Sistem Kendali Panel Surya <i>Nur Sultan Salahuddin, Adi Setiyo Prayitno, Sri Poernomo Sari</i>	27
Strategi Pemulihan Gangguan Black Sistem Kelistrikan Sulselbarteng Dengan Pendekatan Restorasi Pembangkit Hidro <i>M. Afip Nurul Hudah, Salama Manjang, Muhammad Tola</i>	33
Simulasi Pengaturan Tegangan Konverter AC/DC Satu Fasa Dengan Pengujian Pada Beban <i>Kazman Riyadi, Saad A.S Abdulrehiem, Faizal Aya Samman</i>	37
Konverter DC/DC Tipe Buck Dengan Pengendali Daur-Tertutup Sederhana <i>Andy Lukman Affandy, Lompo Ramos and Faizal Aya Samman</i>	41
Sistem Kendali Level Tegangan Pada Konverter Dc/Dc Tipe Boost Untuk Aplikasi Sistem Fotovoltaiik <i>Faizal Arya Samman, Abdul Azis Rahmansyah, Ibrahim Mohammed, Dewiani, Gassing, Adnan</i>	45
Pre-Treatment Chlorella Vulgaris Dengan Gelombang Mikro Sebagai Substrat Fermentasi Biobutanol <i>Mohammad Risal S., Ari Dwi Saputro, Leiditya Naristi, Priska Diasela L., Aginta Friska M.</i>	51
Pemanfaatan Panas Terbuang Vent Structured Menggunakan Organic Rankine Cycle Di Pembangkit Listrik Panas Bumi Pulau Jawa <i>Didi Sapdiana, Cukup Mulyana, Otong Nurhilal</i>	55
Pemodelan Dan Analisis Sistem Distribusi Tenaga Listrik <i>Supriyatna, Abdul Natsir, Ni Made Senitari, Sabar Nababan</i>	59
Survey Potensi Tenaga Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat <i>Aslimeri</i>	65
The Potential Of Solar Energy Utilization In Takalar, Sulsel Province, Indonesia, And The Challenges Of Its Development To Significant Contribution In Meeting The Energy Needs Of The People <i>Rachmat Sentosa</i>	69
Analisis Tegangan Impuls Dan Arus Transien Jaringan Transmisi 150 Kv Sinjai-Bone Akibat Sambaran Petir Menggunakan ATPDraw <i>Mochammad Apriyadi Hadi Sirad</i>	73

Analisis Tegangan Dip Akibat Masuknya Smelter Pada Jaringan Transmisi Dengan Pemodelan Simulasi Komputer <i>Muh. Rais</i>	83
Analisis Dampak Sambaran Petir Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Menggunakan Simulasi Atp- Emtp Di Sulawesi Selatan <i>Irwani Syarif</i>	87
Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Edukasi <i>Maman Suherman</i>	93
Estimasi Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Ketersediaan Pembangkit Listrik Tenaga Termal Di Provinsi Sulawesi Selatan <i>Anggriani</i>	99
Operasi Ekonomis Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis Fuzzy Logic <i>Rosmiati</i>	103
Penentuan Mvar Optimal Static Var Compensator Pada Sistem Transmisi Jawa-Bali 500 Kv Menggunakan Ant Colony Optimization <i>Alimuddin, Suhendar, Andi Sutraswanto</i>	107
Metode Fuzzy Logic Pada Prediksi Debit Air Pembangkit Listrik Tenaga Air <i>Sri Mawar Said, Salama Manjang, M.Wihardi Tjaronge, Muh. Arsyad Thaha</i>	115
Pembuatan Modul Perhitungan Control Cost Pembangkit Listrik Tenaga Uap <i>Intan Sari Areni, Wardi, Indrabayu, Zaenab Muslimin, Fitriyanti Mayasari</i>	119
Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Di Pulau Maginti Menggunakan Software Homer <i>Usman, Ansar Suyuti, Ardlaty Arief</i>	125
Sistem Kendali Level Tegangan Konverter Buck-Boost Tipe Sepic <i>Justiadi, Esmail Hadi Houssein, Faizal Arya Samman</i>	133
Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Di Pantai Baru Pandansimo Desa Pongcosari Bantul <i>Syamsir Abdul, Rizki Prasetyo Hutomo</i>	137
Pengembangan Authoring Tools E-Learning Dengan Teknik Transformasi Listing Ke Script Web Untuk Matakuliah Dasar Pemrograman <i>Andi Harmin, Salama Manjang, Zahir Zainuddin</i>	141
Kemungkinan Fly Ash Batubara Dimanfaatkan Sebagai Filler Pada Bahan Material Isolator Tegangan Tinggi <i>Ikhlas Kitta, Salama Manjang, Erniyati Mustakim</i>	147
Kontrol Cerdas Green House Untuk Budi Daya Tanaman Hortikultura Berbasis Mikrokontroler Dengan Labview <i>Sukandar Sawidin, Olga Engelin Melo</i>	151
Investigation of Quantity Withheld-Based Strategy In Exercising Market Power <i>Muhammad Bachtiar Nappu</i>	159
Under Voltage Load Shedding Utilizing Trajectory Sensitivity to Enhance Voltage Stability <i>Ardlaty Arief</i>	165

PEMODELAN DAN ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Supriyatna, Abdul Natsir, Ni Made Seniar, Sabar Nababan

Lab. Listrik Dasar, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Mataram (UNRAM), Jl. Majapahit No. 62 Mataram, NTB, Tlp (0370)636126, 6608703

E-mail: supri1990@yahoo.com

Abstrak - Saluran distribusi tenaga listrik primer merupakan saluran penting pada penyaluran energi listrik ke konsumen. Sebagai saluran penting, saluran distribusi ini pada fungsinya menghadapi berbagai masalah untuk mencapai kontinuitas dan kualitas pelayanan terbaik. Permasalahan tersebut adalah; jatuh tegangan di ujung saluran, rugi daya sepanjang saluran dan keandalan ketersediaan serta harga energi listrik di titik-titik beban. Permasalahan dapat teratasi secara cepat dan tepat melalui pemodelan dan analisis sistem distribusi tenaga.

Penelitian ini akan memodelkan system distribusi tenaga listrik meliputi konfigurasi saluran distribusi primer berbentuk radial. Pemodelan dimulai dari awal penyulang (feeder) sampai pada titik/simpul beban berupa bus dan transformator distribusi atau bus. Model system distribusi digunakan model test system distribusi IEEE 8 bus dan 14 bus sebagai model standar. Pemodelan system distribusi tenaga listrik di Pulau Lombok pada Penyulang; Gunung Sari dan Penyulang Mataram (memiliki 31 bus dan 47 bus) akan dijadikan pemodelan system real. Model system distribusi selanjutnya dioperasikan menggunakan pemrograman aliran daya metode Newton Raphson. Keluaran pemrograman aliran daya ini berupa besaran arus, tegangan, factor daya, daya dan rugi saluran. Selanjutnya hasil ini dianalisis untuk memperhatikan nilai keluaran besaran rugi daya aktif dan reaktif serta jatuh tegangan minimum di saluran tersebut. Melalui besaran rugi daya (kW dan kVAr) dihitung impedansi saluran ($R + jX$). Besaran impedansi ini akan dijadikan impedansi pengganti seluruh saluran system model 3 bus 2 saluran berdasarkan system distribusi radial tersebar merata. Hasil penelitian ini pada ke 4 penyulang yang dijadikan contoh memberikan berbagai variasi selisih rugi daya (kW dan kVAr) dan tegangan minimal. Semakin banyak jumlah bus pada model penyulang, maka selisih hasil rugi daya dan tegangan minimal pada analisis aliran daya awal dan hasil analisis aliran daya model relative lebih sedikit antara 8,2% sampai 0,32 %. Berdasarkan hasil ini penyulang distribusi system tenaga listrik radial dapat dimodelkan lebih sederhana dan mudah dikerjakan pada saat pembelajaran system distribusi

Kata kunci : *penyulang radial, aliran daya, pemodelan saluran.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sistem distribusi tenaga listrik semakin cepat, hal ini ditandai meningkatnya jumlah konsumen dan kebutuhan listrik di berbagai sektor; rumah tangga, industri, komersial dan sosial. Perkembangan ini harus didukung pula pada ketersediaan dan kualitas energi listrik ke konsumen. Sistem distribusi tenaga listrik dikatakan baik, jika penyaluran tenaga listrik ke konsumen berjalan secara kontinu dan syarat kualitas terpenuhi.

Saluran distribusi tenaga listrik primer merupakan saluran penting pada penyaluran energi listrik ke konsumen. Sebagai saluran penting, saluran distribusi ini pada fungsinya menghadapi berbagai masalah untuk mencapai kontinuitas dan kualitas pelayanan terbaik. Permasalahan tersebut adalah; jatuh tegangan di ujung saluran, rugi daya sepanjang saluran dan keandalan ketersediaan serta harga energi listrik di titik-titik beban. Permasalahan dapat teratasi secara cepat dan tepat melalui pemodelan dan analisis sistem distribusi tenaga.

Pemodelan system distribusi tenaga listrik meliputi konfigurasi saluran distribusi primer berbentuk; radial, loop, jaring, mayang dan spindel. Pemodelan dimulai dari awal penyulang (feeder) sampai pada titik/simpul beban berupa trafa distribusi. Model system distribusi digunakan model test system distribusi IEEE 8 bus dan 34 bus sebagai model standar. Pemodelan system distribusi tenaga listrik di Pulau Lombok pada Penyulang; Gunung Sari dan Mataram dijadikan pemodelan system real. Model system distribusi selanjutnya dioperasikan menggunakan pemrograman aliran daya jenis Newton Raphson. Keluaran pemrograman aliran daya ini berupa besaran arus, tegangan, factor daya, daya dan rugi saluran. Selanjutnya hasil ini dianalisis untuk memperhatikan nilai keluaran tsb, selanjutnya merumuskan model sederhana menggunakan 3 bus. Model ini berupa impedansi 2 saluran dan juga beban di kedua bus model.

II. METODE PENELITIAN

Riset menggunakan metode pemodelan matematis data sistem kelistrikan standar IEEE (*Institute of Electric Electronic Engineering*) dan data sistem kelistrikan Pulau Lombok. Data sistem kelistrikan standar IEEE digunakan sebagai acuan dasar simulasi matematis dan beberapa parameternya dapat digunakan sebagai pembandingan program simulasi.

a. Konsep dan definisi kerja

- Riset dimulai pengumpulan data standar sistem kelistrikan dan distribusi IEEE 8 bus, dan 14 bus serta data sistem kelistrikan Pulau Lombok, Penyulang Gunung Sari dan Penyulang Mataram.
- Berdasarkan data jaringan sistem kelistrikan dan beban sistem, dilakukan studi aliran daya untuk perhitungan rugi jaringan dan tegangan minimum system menggunakan pemrograman aliran daya..
- Membuat model matematis program model saluran menggunakan model saluran merata
- Menghitung impedansi saluran pengganti dari saluran asli menggunakan data rugi daya saluran..
- Membagi impedansi pengganti di kedua saluran model

- Membagi total beban system pada dua bus model.
- Melakukan analisis aliran daya pada model saluran.
- Menganalisis perbandingan antara hasil aliran daya system standard an system asli terhadap hasil aliran daya masing-masing model saluran tersebut.
- Membuat kesimpulan dan saran.

b. Sumber dan teknik pengumpulan data

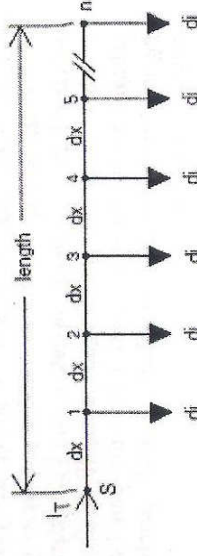
- Data standar sistem kelistrikan dan distribusi IEEE dapat diperoleh dari internet di www.ieee.org dan <http://ewh.ieee.org/soc/pes/dsacom/testfeeders/>
- Data sistem kelistrikan Pulau Lombok diperoleh dari data sekunder PT PLN Wilayah NTB.
- Kedua sumber data dikelompokkan pada 2 bagian, yaitu; data jaringan dan data beban

c. Permasalahan dan limitasi data

Masalah akan timbul pada data kelistrikan Pulau Lombok, beberapa data jaringan dan beban sistem diprediksi tidak lengkap. Untuk mengatasinya digunakan batasan pada perubahan pembebanan dan beban perjam. Data jaringan didekati melalui panjang saluran dan jenis konduktor saluran tersebut. Beban titik konsumen didata pada tingkat pembebanan trafo distribusi dari beban nominal tiap trafo melalui metode alokasi factor pembebanan transformator.

d. Pemodelan Sistem Distribusi Berbeban Merata

Pendekatan berikutnya pada pembebanan sepanjang penyulang. Kenyataannya, letak dan besar daya konsumen tidak dapat diatur oleh perusahaan kelistrikan, hal ini menyebabkan kesulitan pada perhitungan jatuh-tegangan dan pada akhirnya perhitungan rugi daya. Namun secara pendekatan dapat diasumsikan bahwa pembebanan penyulang merata -baik besar beban maupun jarak tiap beban- (*uniformly*) sepanjang saluran tersebut. Gbr. 2.9 memperlihatkan saluran memiliki n beban terdistribusi secara merata, semua impedansi saluran dan beban bernilai sama.



Gambar 1 Beban terdistribusi merata pada sebuah penyulang

Perhitungan V_{drop}

Gbr 1 memperlihatkan jarak tiap beban sama dx mile, besar tiap beban juga sama di , total arus masuk penyulang I_{tot} , gambaran lebih lanjut pembebanan merata ini adalah;

- l : panjang penyulang
 - $z = r + jx$: impedansi saluran
 - dx : panjang tiap sekmen
 - di : arus beban tiap simpul
 - n : no. simpul dan no. sekmen saluran
 - I_{tot} : arus total penyulang
- Dari Gbr 1 dan prinsip merata, maka

$$di = \frac{I_{tot}}{n}$$

dan,

$$V_{drop1} = Re\{z \cdot dx \cdot (n \cdot di)\}$$

selanjutnya pada sekmen ke-2

$$V_{drop2} = Re\{z \cdot dx \cdot [(n-1) \cdot di]\},$$

sehingga Total V_{drop}

$$V_{drop} = V_{drop1} + V_{drop2} + \dots + V_{dropN}$$

atau

$$V_{drop} = Re\{z \cdot dx \cdot di \cdot [n + (n-1) + (n-2) + \dots + (1)]\}$$

Berdasarkan matematik;

$$1+2+3+\dots+n = n \cdot (n+1)/2$$

Sehingga

$$V_{drop} = Re\{z \cdot dx \cdot di \cdot [n \cdot (n+1)/2]\}$$

Karena $dx = l/n$ dan $di = I_{tot}/n$

Substitusi ke pers. V_{drop} total maka,

$$V_{drop_{total}} = Re\left\{z \cdot \frac{l}{n} \cdot \frac{I_T}{n} \cdot \left[\frac{n \cdot (n+1)}{2}\right]\right\}$$

$$V_{drop_{total}} = Re\left\{z \cdot l \cdot I_T \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{n+1}{n}\right)\right\}$$

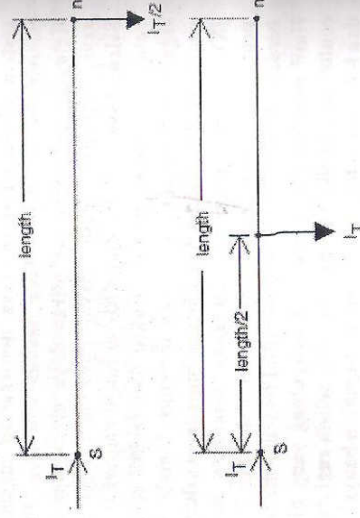
$$V_{drop_{total}} = Re\left\{\frac{1}{2} \cdot Z \cdot I_T \cdot \left(1 + \frac{1}{n}\right)\right\}$$

Jika $Z = z \cdot l$

Akhimya

$$V_{drop_{total}} = Re\{0,5 \cdot Z \cdot I_{tot}\} \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan (4) ini dapat dibentuk 2 gambar ekuivalen rangkaian Gbr 1 menjadi Gbr 2 dan Gbr 3.



Gambar 2 dan 3 Rangkaian ekuivalen pada Beban terkumpul di saluran

Gambar 2 dan 3 memperlihatkan dua model berbeda yang dapat digunakan untuk menghitung jatuh tegangan dari suatu sumber ke ujung akhir saluran dengan beban terdistribusi merata sepanjang saluran tersebut.

Perhitungan P_{loss}

Berdasarkan Gbr 1. perhitungan rugi daya 3 phase juga dilakukan. Rugi daya pada sekmen pertama,

$$P_{loss1} = 3(r \cdot dx) \cdot |n \cdot di|^2 \dots\dots\dots(5)$$

dan sekmen kedua,

$$P_{loss2} = 3(r \cdot dx) \cdot [(n-1) \cdot di]^2 \dots\dots\dots(6)$$

secara ringkas, total rugi daya sepanjang saluran tersebut dirumuskan;

$$P_{loss2} = 3(r \cdot dx) \cdot |di|^2 [n^2 + (n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + 1^2] \dots\dots\dots(7)$$

Penjumlahan deret dalam tanda kurung akan menjadi;

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

Substitusi persamaan ini ke Pers. 7, menjadi;

$$P_{Loss_{total}} = 3 \left(r \frac{l}{n} \right) \left(\frac{I_T}{n} \right)^2 \left[\frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \right] \dots (8)$$

Kemudian disederhanakan;

$$P_{Loss_{total}} = 3 \cdot R \cdot |I_T|^2 \left[\frac{n(n+1)(2n+1)}{6 \cdot n^2} \right]$$

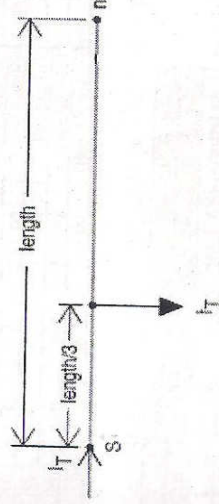
$$P_{Loss_{total}} = 3 \cdot R \cdot |I_T|^2 \left[\frac{2 \cdot n^2 + 3 \cdot n + 1}{6 \cdot n^2} \right]$$

$$P_{Loss_{total}} = 3 \cdot R \cdot |I_T|^2 \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{2 \cdot n} + \frac{1}{6 \cdot n^2} \right] \dots (9)$$

Akhirnya pers, 9 disederhanakan menjadi

$$P_{Loss_{total}} = 3 \cdot \left[\frac{1}{3} \cdot R \cdot |I_T|^2 \right]$$

Bentuk model Pers. 9 diperlihatkan pada Gbr 4,

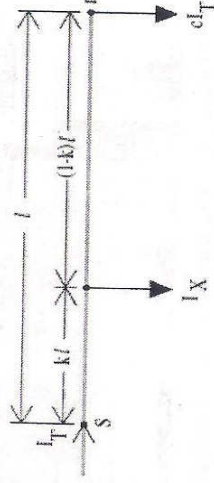


Gambar 4 Model Saluran pada Perhitungan Rugi Daya

Pada pemodelan saluran distribusi beban merata tidak diperoleh kesamaan model untuk perhitungan jatuh tegangan dan rugi daya, sehingga diperlukan satu pemodelan yang sesuai digunakan pada perhitungan jatuh tegangan dan juga rugi daya.

Model Beban Terdistribusi Merata

Mempertemukan pemodelan perhitungan jatuh tegangan dan rugi daya saluran distribusi merata dapat dilakukan menggunakan model Gbr-5.



Gambar 5 Pemodelan Beban Saluran Distribusi Berbeban Merata

Persamaan jatuh tegangan berdasarkan pemodelan Gbr 5, adalah;

$$V_{drop_{total}} = Re[k \cdot Z \cdot I_T + (1-k) \cdot Z \cdot c \cdot I_T] \dots (7)$$

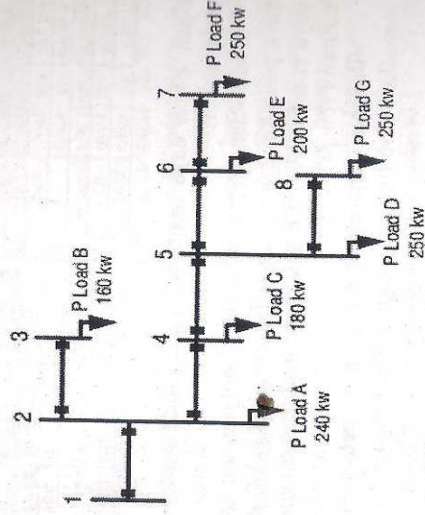
Dan

$$P_{Loss_{total}} = 3 \cdot [k \cdot R \cdot |I_T|^2 + (1-k) \cdot R \cdot (c \cdot |I_T|)^2] \quad (10)$$

Penyelesaian kedua persamaan ini dengan menyamakan persamaan terpisahanya, maka diperoleh nilai $c=1/3$ dan $k=1/4$

Data Penyalang

Pada penelitian ini menggunakan data penyalang yang memiliki jumlah bus berbeda, yaitu penyalang; 8 bus, 14 bus, 31 bus dan 47 bus.

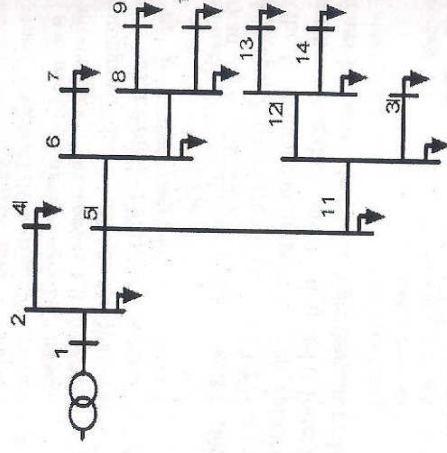


Gbr 6 Data Penyalang 8 Bus

Data yang dibutuhkan pada setiap penyalang adalah data:

- a. Data bus (beban di tiap bus berupa kW dan kVAr)
- b. Data saluran (impedansi saluran, $R + jX$)
- c. Data pembangkit (tegangan maksimum)

Ke 3 data ini digunakan untuk mencari aliran daya pada system menggunakan metode Newton Raphson. Program aliran daya diperoleh dari program Matpower versi 4.1 untuk kalangan pendidikan.



Gbr 7 Data Penyalang 14 Bus

Data bus dan beban penyalang 8 bus adalah

bus_i	type	Pd	Qd
1	3	0	0
2	1	240	95
3	1	160	70
4	1	180	80
5	1	250	75
6	1	200	35
7	1	250	50
8	1	250	150

Data saluran dan impedansi penyalang 8 bus	fbus	tbus	r	x
1	2	2	0.01	0.03
2	3	3	0.02	0.04
3	4	4	0.01	0.03
4	5	5	0.02	0.05
5	6	6	0.02	0.03
6	7	7	0.03	0.01
7	8	8	0.02	0.03

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Data utama hasil aliran daya ke 4 jaringan distribusi

NILAI	SISTEM DISTRIBUSI			
	8 bus	14 bus	31 bus	47 bus
PQ Tot	530	555	273	77.6
V Maks	1	0	1	0
Z Total	R	X		
Losses	87.1	229	72.6	33.4
V min	0.87	-8.2	0.92	-8.5

Hasil aliran daya untuk ke-4 penyulang/feeder terlihat pada table 1.

Pemodelan system dilakukan berdasarkan: total rugi daya pada jaringan, yaitu rugi daya aktif (kW) dan rugi daya reaktif (kVAr) untuk mendapatkan total impedansi saluran ($R + jX$).

Nilai total impedansi saluran pada penyulang 8 bus mengikuti perhitungan sebagai berikut;

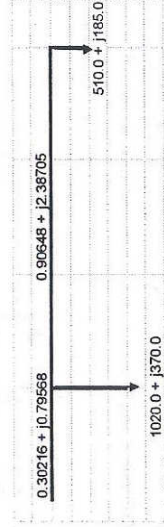
$V_{base} (V)$	=	3.500.00		
$V_{hulu} (pu)$	=	10000	sudut	0.0000
$V_{hilir} (pu)$	=	0.8700	sudut	-8.4650
$P + jQ \text{ load}$	=	1.530.00	+ j	555.00
PQ loss	=	87.18.00	+ j	229.40.00
I total (A)	=	1.530.00	+ j	555.00
	=	6.06	+ j	0.00
I total (A)	=	1627.55	sudut	-8.93
	=	6.06	sudut	0.00
	=	268.48	sudut	-8.93
	=	252.38	+ j	91.55
$R + jX$ (Ohm)	=	0.40288	+ j	106091
$(R + jX)$ (Oh)	=	120864	+ j	3.48273
	=	3.40449	sudut	69.47798
$R + jX$ (pu)	=	0.03289	+ j	0.08660
$X/(R + jX)$ (pu)	=	0.09866	+ j	0.25981

Dari perhitungan R dan X saluran tersebut, untuk model penyulang 8 bus, memiliki nilai;

$$\rightarrow R = 0,09866 \text{ pu dan}$$

$$\rightarrow X = 0,25981 \text{ pu.}$$

Berdasarkan data impedansi tersebut, maka dibentuk model ekuivalen 8 bus menjadi jaringan 3 bus 2 saluran seperti Gbr..8. Pembagian impedansi tiap saluran dan pembagian beban tiap bus mengikuti model (Model Beban Terdistribusi Merata). Model ini digambarkan pada Gbr. 4.3.



Gambar 8 Rangkaian Ekuivalen Model 8 Bus

Dari model ekuivalen ini, dihitung rugi daya dan Tegangan minimum (V_{min}) dititik terujung.

Sehingga:

a. Ploss dan G loss tiap sekmen			
P+jQ loss_1	=	21,779.50	+ j
P+jQ loss_2	=	7,259.83	+ j
P+jQ loss_tot	=	29,039.33	+ j
3(P+jQ loss_tot)	=	87,118.00	+ j
b. Voltage drop tiap sekmen			
V _d	=	228.5066	+ j
V _{2d}	=	233.7534	sudut
V _{drop_tot}	=	457.0132	+ j
Re [IXZ]	=	467.5068	sudut
V _{min} (pu)	=	0.8664	

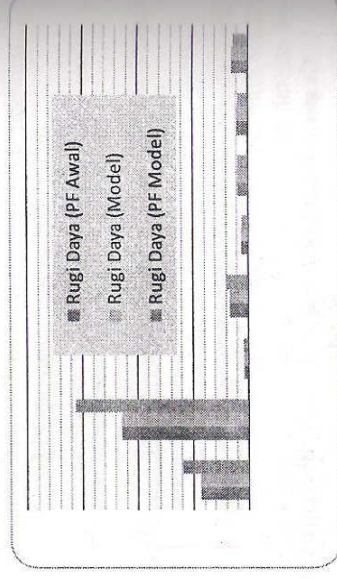
Untuk nilai total impedansi saluran pada penyulang lain yaitu 14, 31 dan 47 bus, juga mengikuti perhitungan tersebut

Tabel 2 Nilai ketiga tahapan analisis penyulang

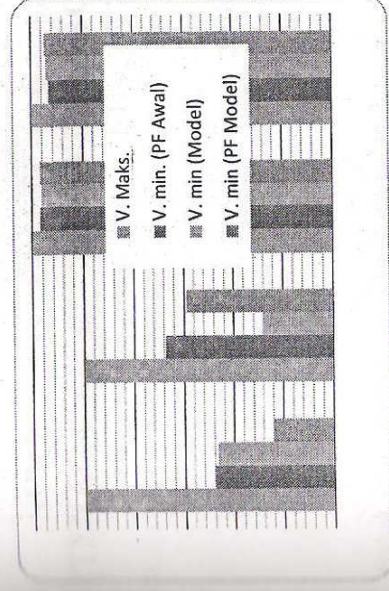
NILAI	SISTEM DISTRIBUSI		
	Satuan	FEEDER 8 BUS	FEEDER 14 BUS
Total Beban	kW kVAr	1.530,00 555,00	273,40 77,60
PQ Loss awal	kW kVAr	87,12 229,41	7,26 33,37
PQ Loss mdl	kW kVAr	87,12 229,41	7,26 33,37
PQ Loss LF mdl	kW kVAr	118,67 313,02	8,53 39,24
V maks.	pu	1,00	1,00
V min. (Awal)	pu	0,87	0,92
V min (Model)	pu	0,87	0,82
V min (LF Model)	pu	0,81	0,90

NILAI	SISTEM DISTRIBUSI		
	Satuan	FEEDER 31 BUS	FEEDER 47 BUS
Total Beban	kW kVAr	2.800 2.100	2.895 2.171
PQ Loss awal	kW kVAr	119 48.3	49.4 29.3
PQ Loss mdl	kW kVAr	119 48.3	49.4 29.3
PQ Loss LF mdl	kW kVAr	10.9 46.8	17.9 27.1
V maks.	pu	1.1	1.1
V min. (Awal)	pu	1.0	1.0
V min (Model)	pu	1.0	1.0
V min (LF Model)	pu	1.0	1.0

Berdasarkan table 2, dibuat grafik hubungan antara rugi daya dan tegangan seperti pada Gbr 9 dan Gbr 10



Gambar 9. Rugi daya tiap penyulang



Gambar 10. Tegangan tiap penyulang

Tabel 3 Nilai ketiga tahapan analisis penyulang

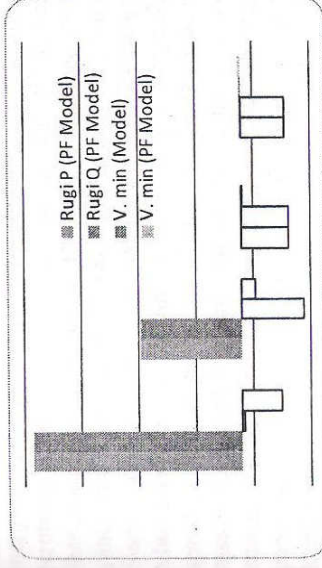
BESARAN	SISTEM DISTRIBUSI			
	Feeder 8	Feeder 14	Feeder 31	Feeder 47
Total Beban	1.000	1.000	1.000	1.000
PQ_loss (PF Awal)	0,057	0,413	0,027	0,430
PQ_loss (Model)	0,057	0,413	0,027	0,430
PQ_loss (PF Model)	0,078	0,564	0,031	0,506
V.Maks.	1.000	1.000	1.000	1.000
V.min (PF Awal)	0,870	0,919	0,992	0,984
V.min (Model)	0,866	0,820	0,991	0,986

Berdasarkan Tabel 3 dibuat table perbandingan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan antara hasil aliran daya awal dan model

BESARAN	SISTEM DISTRIBUSI			
	Feeder 8	Feeder 14	Feeder 31	Feeder 47
PQ_loss (PF Model)	36.445	36.446	17.581	17.581
V. min (Model)	-0,411	-10,769	-0,28	0,238
V. min (PF Model)	-6,887	-2,394	0,000	0,387

Grafik pada Gbr 11 diperoleh dari Tabel 4.



Gambar 11. Grafik selisih antara PF awal dan PF model

Dari Tabel 4 dan Gbr 11 memperlihatkan selisih tegangan minimal antara hasil aliran daya feeder awal dan feeder model tertinggi pada nilai -10,7997% yaitu hasil perhitungan model feeder 8 bus. Selisih terkecil pada feeder 31 bus baik hasil perhitungan maupun hasil aliran daya, yaitu -0,128 %. Pada selisih rugi daya, terbesar pada feeder model 8 bus sebesar 36,455% dan terkecil pada feeder 47 bus sebesar -7,533%.

Berdasarkan penilaian keseluruhan, feeder ber-bus banyak (31 bus dan 47 bus) memiliki selisih rugi daya

maupun tegangan minimum lebih kecil. Sehingga pemodelan feeder menjadi model feeder 3 bus (model terdistribusi merata) akan lebih akurat jika diterapkan pada feeder ber-bus banyak (>30 bus).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- Penyulang (feeder) system distribusi radial dapat dimodelkan menggunakan model penyulang 3 bus atau model saluran terdistribusi merata.
- Hasil pemodelan penyulang pada besaran tegangan minimum atau perhitungan jatuh tegangan relative lebih kecil dibandingkan pada besaran rugi daya.
- Hasil pemodelan penyulang untuk besaran selisish rugi daya akan semakin kecil pada feeder ber-bus lebih banyak.
- Pemodelan penyulang ber-bus banyak (> 30 bus) akan memiliki selisih terkecil pada besaran rugi daya maupun tegangan minimum.

PUSTAKA

- Abdelhay A. Sallam, O. P. Malik, 2010, *Electric Distribution Systems*, IEEE Press Series & Wiley.
- Gonen, T., 2007, *Electric Power Distribution System Engineering 2nd ed*, CRC Press
- IEEE PES Distribution Systems Subcommittee's, *Distribution Test Feeder*, http://www.eewh.ieee.org/ieee_orig/ieee_pes_dsa.com/testfeeders/index.html
- Kersting, William H., 2001, *Distribution System Modeling and Analysis*, CRC Press
- Lakervi, E., E. J. Holmess, 1989, *Electricity Distribution Network Design*, Peter Peregrinus Ltd
- Supriyatna, Mujiono, A. B., Rahayu N. T., 2011, *Prinsip Keadilan pada Alokasi Rugi Jaringan di Penyulang Distribusi Radial*, SNPs ITS 2011, Surabaya.
- Supriyatna, 2012, *Buku Ajar Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Teknik Elektro UNRAM, Mataram
- W. H. Kersting, 2000, *Distribution Systems Analysis Subcommittee*, PES Summer Meeting
- Rahayu, Nanalisa T., 2009, Model Alternatif Perhitungan Harga Energi Di Titik Konsumen Berdasarkan Perbandingan Rugi Daya pada Penyulang Distribusi Radial., Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Mataram, Mataram.
- Ray D. Zimmerman, Carlos E M S, 2011, *Matpower 4.1 User's Manual*, Power Systems Engineering Research Center (PSERC).

Supriyatna

Pendidikan S1 diperoleh dari Jurusan Teknik Elektro Univ. Hasanuddin-Makassar thn 1996 dan S2 pada Dept Elektro Option Sistem Tenaga ITB-Bandung thn. 2002. Saat ini mengajar pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram-NTB. Bidang penelitian pada masalah simulasi, proteksi sistem tenaga dan distribusi sistem tenaga serta komitmen unit pembangkit.



copyright © SNTEK 2014
www.jurnal-ristek.org