



**STUDI ALIRAN DAYA METODE TOPOLOGI JARINGAN  
DENGAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN BEBAN  
PADA PENYULANG PAKUSARI JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh

**ABDULLAH  
NIM 081910201039**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**STUDI ALIRAN DAYA METODE TOPOLOGI JARINGAN  
DENGAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN BEBAN  
PADA PENYULANG PAKUSARI JEMBER**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan program studi teknik elektro (S1)  
dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh

**ABDULLAH  
NIM 081910201039**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Mamaku Aminah aljufri dan Abiku Hasan aljufri yang tercinta;
2. Abangku Alwi dan adekku Lulu Hasan, keluargaku tercinta, terima kasih atas dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini;
3. Guru-guruku sejak Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## **MOTTO**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhan-mulah hendaknya kamu berharap.”

(terjemahan Q.S Al-Insyirah : 6-8)

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdullah

NIM : 081910201039

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Studi Aliran Daya Metode Topologi Jaringan dengan Peningkatan Pertumbuhan Beban pada Penyulang Pakusari Jember” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah ada disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2013

Yang menyatakan,

Abdullah

NIM 081910201039

**SKRIPSI**

**STUDI ALIRAN DAYA METODE TOPOLOGI JARINGAN  
DENGAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN BEBAN  
PADA PENYULANG PAKUSARI JEMBER**

Oleh

**ABDULLAH**  
NIM 081910201039

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : H. Samsul Bachri M, S.T., M.MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Studi Aliran Daya Metode Topologi Jaringan dengan Peningkatan Pertumbuhan Beban pada Penyulang Pakusari Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 28 Januari 2013

tempat : Laboratorium Konversi Energi Listrik, Fakultas Teknik  
Universitas Jember.

Menyetujui:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

**H.Samsul Bachri M, S.T.,M.MT.**

NIP. 19640317 199802 1 001

**Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.**

NIP. 19700404 199601 1 001

Penguji I,

Penguji II,

**Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.**

NIP. 19710614 199702 1 001

**Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.**

NIP. 19800610 200501 1 003

Mengesahkan,  
Dekan,

**Ir. Widyono Hadi, M.T.**

NIP. 19610414 198902 1 001

**STUDI ALIRAN DAYA METODE TOPOLOGI JARINGAN  
DENGAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN BEBAN  
PADA PENYULANG PAKUSARI JEMBER**

**Abdullah**

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Penyelesaian studi aliran daya pada sistem distribusi yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan sistem transmisi, membutuhkan metode yang sesuai dengan karakteristik sistem distribusi. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode topologi jaringan dengan memanfaatkan teori graf, yang sesuai untuk pemodelan banyaknya jumlah node dan cabang yang terpasang pada sistem distribusi. Penelitian ini dilakukan pada penyulang Pakusari dengan memperhitungkan pertumbuhan beban yang terjadi menggunakan metode *exponential trend*. Dari hasil penelitian yang dilakukan saat terjadi peningkatan pertumbuhan beban pada jaringan, didapatkan penurunan tegangan pada setiap node. Besar tegangan pada tiap node masih sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu -10% hingga +5% dari tegangan dasar yang digunakan. Peningkatan pertumbuhan beban yang terjadi pada jaringan berbanding lurus dengan rugi daya yang terjadi pada jaringan.

Kata kunci: aliran daya, topologi jaringan, pertumbuhan beban,



**POWER FLOW STUDY OF NETWORK TOPOLOGY METHOD  
WITH INCREASED LOAD GROWTH AT  
PAKUSARI JEMBER FEEDER**

**Abdullah**

Department of electrical engineering, Faculty of engineering,  
the University of Jember

**ABSTRACT**

The study on power flow solution of distribution system that have different characteristics with transmission system, requires a method that is suits able to the characteristics of distribution system. One method can be used is network topology method by utilizing graph theory, which is appropriate for modeling a large number of nodes and branches attached distribution system. This research was conducted at Pakusari feeder, taking into account the load growth that occurs using exponential trend method. From the results of research in the event of an increase the growth of the load, it brings a decrease in the voltage at each node. The voltage at each node is still in the specified standard -10% to +5% of the base voltage used. Increased load growth is directly proportional to the power losses that is occured on the network.

Keywords: load growth, network topology, power flow.

## RINGKASAN

**Studi Aliran Daya Metode Topologi Jaringan dengan Peningkatan Pertumbuhan Beban pada Penyulang Pakusari Jember;** Abdullah; 081910201039; 2013; 51 Halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada proses pendistribusian energi listrik banyak sekali rugi-rugi yang terjadi, hal ini disebabkan karena jauhnya jarak yang ditempuh serta banyaknya cabang dan node yang terpasang pada jaringan. Rugi-rugi yang terjadi akan semakin bertambah saat terjadi peningkatan beban pada jaringan. Dalam mengatasi permasalahan tersebut dilakukan analisa aliran daya untuk mengetahui kondisi jaringan sehingga saat terjadi peningkatan beban dapat diketahui node atau cabang pada jaringan yang bermasalah atau bekerja dibawah standar yang ditentukan. Sehingga dibutuhkan metode penyelesaian aliran daya yang sesuai dengan karakteristik sistem distribusi salah satunya yaitu menggunakan topologi jaringan dengan memanfaatkan teori graf, yang sesuai dalam pemodelan banyaknya node dan cabang yang terpasang pada sistem distribusi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh peningkatan pertumbuhan beban pada jaringan terhadap besar tegangan, jatuh tegangan serta rugi daya yang terjadi pada tiap node dan cabang yang terpasang pada jaringan penyulang Pakusari, serta mengetahui kondisi jaringan penyulang Pakusari saat terjadi peningkatan pertumbuhan beban.

Dari hasil penyelesaian aliran daya menggunakan metode topologi jaringan saat terjadi peningkatan pertumbuhan beban, terjadi penurunan terhadap nilai tegangan tiap node. Besar nilai tegangan pada tiap node masih sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu -10% hingga +5% dari tegangan dasar yang ditentukan. Namun, nilai tegangan ujung sebesar 17,9926 kV berada sedikit dibawah standar

yang ditentukan sebesar 18 kV, sehingga dibutuhkan pengaturan *tap setting* yang sesuai pada node sumber, agar nilai tegangan tiap node berada pada standar yang ditentukan. Rugi-rugi daya yang terjadi mengalami peningkatan saat terjadi pertumbuhan beban pada jaringan. Pada kondisi sebelum terjadi pertumbuhan beban, total rugi daya yang terjadi pada jaringan sebesar 5,49% dari total yang dibangkitkan, namun setelah terjadi pertumbuhan beban sebesar 8,29% terjadi peningkatan terhadap total rugi daya yang terjadi menjadi 6,34% dari total daya yang dibangkitkan. Peningkatan total rugi daya yang terjadi dikenal sebagai *piggyback effect* yaitu efek kumulatif peningkatan rugi daya akibat penambahan beban pada jaringan. Namun, bebarapa node yang terpasang pada jaringan mengalami *overload* sehingga diperlukan penambahan kapasitas daya atau pengalihan beban pada node yang kondisinya masih baik, untuk menghindari kerugian yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan listrik yang terpasang pada jaringan.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat -Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Aliran Daya Metode Topologi Jaringan dengan Peningkatan Pertumbuhan Beban pada Penyulang Pakusari Jember“. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. H. Samsul Bachri M, S.T., M.MT., selaku Dosen Pembimbing Utama, Supriyadi Prasetyono, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Dr. Azmi Shaleh S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Bapak Luddie Wied Hardono, selaku Spv. Operasi Distribusi PLN APJ Jember beserta staff , yang telah membantu penyelesaian skripsi ini;
4. Mama, Abi dan keluargaku atas segala motivasi dan doanya dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Teman kontrakaanku, Danil, Hadi, Tama, serta mereka yang sering berkunjung, Catur, Rahman, Opan, Agustin, Zipo, Zainal, Heny, Tya, Candra, Mirza terima kasih atas segala kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Teman-temanku Teknik Elektro 2008 yang memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat.

Jember, Februari 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Struktur Jaringan Distribusi</b> .....	4
2.1.1 Jaringan Radial .....	4
2.1.2 Jaringan Loop .....	4

2.1.3 Jaringan Spindel .....	4
<b>2.2 Studi Aliran Daya .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Metode Penyelesaian Aliran Daya .....</b>	<b>6</b>
2.3.1 Metode Topologi Jaringan .....	7
2.3.2 Teori <i>Graph</i> .....	8
2.3.3 Topologi Jaringan Radial .....	8
2.3.4 Matriks Topologi Jaringan Radial .....	8
<b>2.4 Arus Injeksi pada Jaringan Radial .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Jatuh Tegangan .....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 Aliran Daya Aktif dan Reaktif .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7 Sistem Per Unit .....</b>	<b>14</b>
<b>2.8 Peningkatan Pertumbuhan Beban .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9 Piggyback effect .....</b>	<b>16</b>
<b>2.10 MATLAB (<i>Matrix Laboratory</i>) .....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Studi Literatur .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Studi Lapangan.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 <i>Flowchart</i>.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Algoritma Penyelesaian Metode Topologi Jaringan .....</b>	<b>19</b>
<b>3.6 Metode <i>Exponential Trend</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>3.7 Analisis Penelitian .....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Pengujian Metode Topologi Jaringan .....</b>	<b>23</b>
4.1.1 Hasil Aliran Daya .....	25
<b>4.2 Analisis Aliran Daya Sebelum Pertumbuhan Beban .....</b>	<b>28</b>
4.2.1 Pengolahan Data Hasil Penelitian.....	28
4.2.2 Hasil Penyelesaian Aliran Daya .....	33
<b>4.3 Analisis Aliran Daya Setelah Pertumbuhan Beban .....</b>	<b>38</b>

4.3.1 Peningkatan Pertumbuhan Beban .....	38
4.3.2 Hasil Penyelesaian Aliran Daya .....	41
<b>4.4 Perbandingan Analisis Aliran Daya Sebelum dan Setelah Pertumbuhan Beban .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data pembebanan node .....	24
4.2 Data impedansi cabang .....	24
4.3 Besar tegangan node .....	25
4.4 Besar rugi daya tiap cabang.....	26
4.5 Besar resistansi dan reaktansi konduktor.....	31
4.6 Besar impedansi cabang .....	31
4.7 Pembebanan tiap node .....	33
4.8 Tegangan node .....	34
4.9 Jatuh tegangan cabang .....	35
4.10 Aliran daya tiap cabang .....	36
4.11 Rugi daya tiap cabang .....	37
4.12 Variabel perhitungan .....	38
4.13 Peramalan pembebanan node .....	40
4.14 Tegangan node setelah pertumbuhan beban .....	41
4.15 Jatuh tegangan cabang setelah pertumbuhan beban .....	42
4.16 Aliran daya cabang setelah pertumbuhan beban .....	43
4.17 Rugi daya tiap cabang setelah pertumbuhan beban .....	44
4.18 Perbandingan tegangan node sebelum dan setelah pertumbuhan beban .....	45
4.19 Perbandingan jatuh tegangan sebelum dan setelah pertumbuhan beban .....	46
4.20 Perbandingan nilai rugi daya sebelum dan setelah pertumbuhan beban .....	47
4.21 Total pembangkitan, pembebanan dan rugi daya kondisi sebelum dan setelah peningkatan pertumbuhan beban .....	48



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sistem jaringan distribusi radial .....	4
2.2 Topologi jaringan radial .....	10
2.3 Jatuh tegangan pada jaringan.....	12
2.4 Segitiga daya .....	13
3.1 Diagram alir penyelesaian aliran daya metode topologi jaringan .....	18
4.1 Jaringan distribusi radial .....	23
4.2 Topologi jaringan radial penyulang Pakusari .....	29
4.3 Jaringan penyulang Pakusari hingga node ke-10.....	30
4.4 Matriks invers topologi jaringan radial .....	30
4.5 Matriks impedansi cabang .....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Penyelesaian aliran daya metode <i>newton raphson</i> menggunakan software ETAP 4.0 .....	53
B. Gambar <i>single line</i> penyulang Pakusari.....	55
C. Data jenis dan panjang konduktor tiap cabang penyulang Pakusari .....	56
D. Impedansi tiap cabang pada jaringan penyulang Pakusari.....	60
E. Pembebanan tiap node sebelum peningkatan beban .....	63
F. <i>Listing program</i> aliran daya kondisi sebelum peningkatan beban.....	66
G. Hasil aliran daya sebelum peningkatan beban .....	71
H. <i>Listing program</i> penyelesaian metode <i>exponential trend</i> .....	75
I. Hasil peramalan pembebanan tiap node.....	77
J. <i>Listing program</i> aliran daya kondisi setelah peningkatan beban. ....	78
K. Hasil aliran daya setelah peningkatan beban .....	80