



**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**

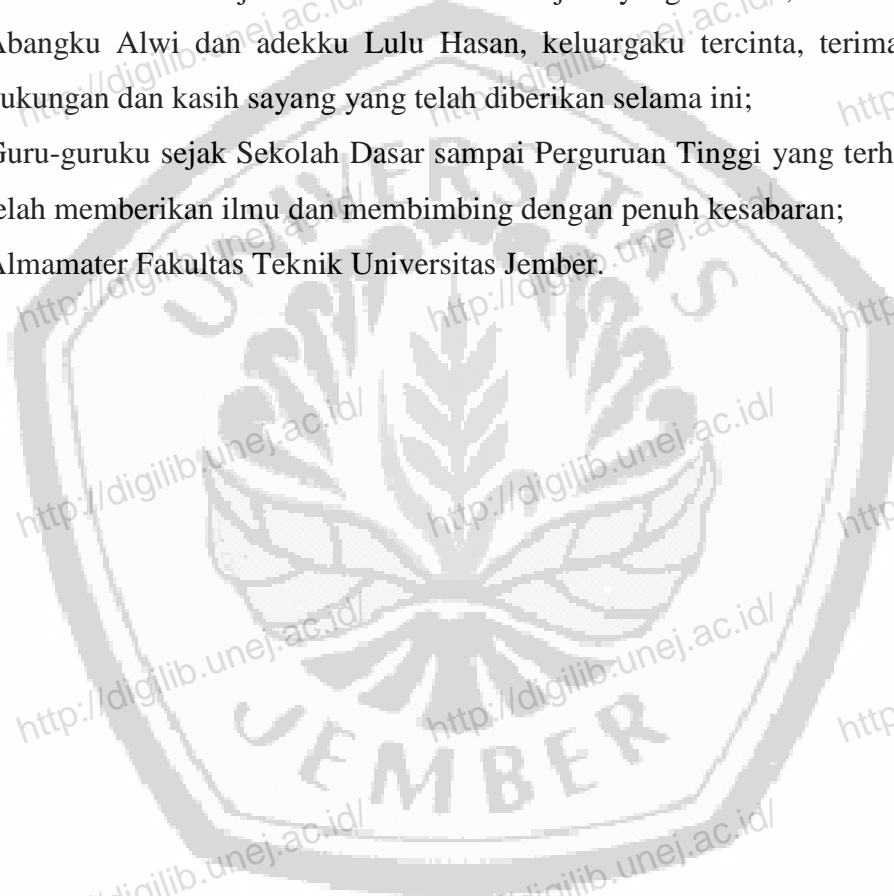
**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

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

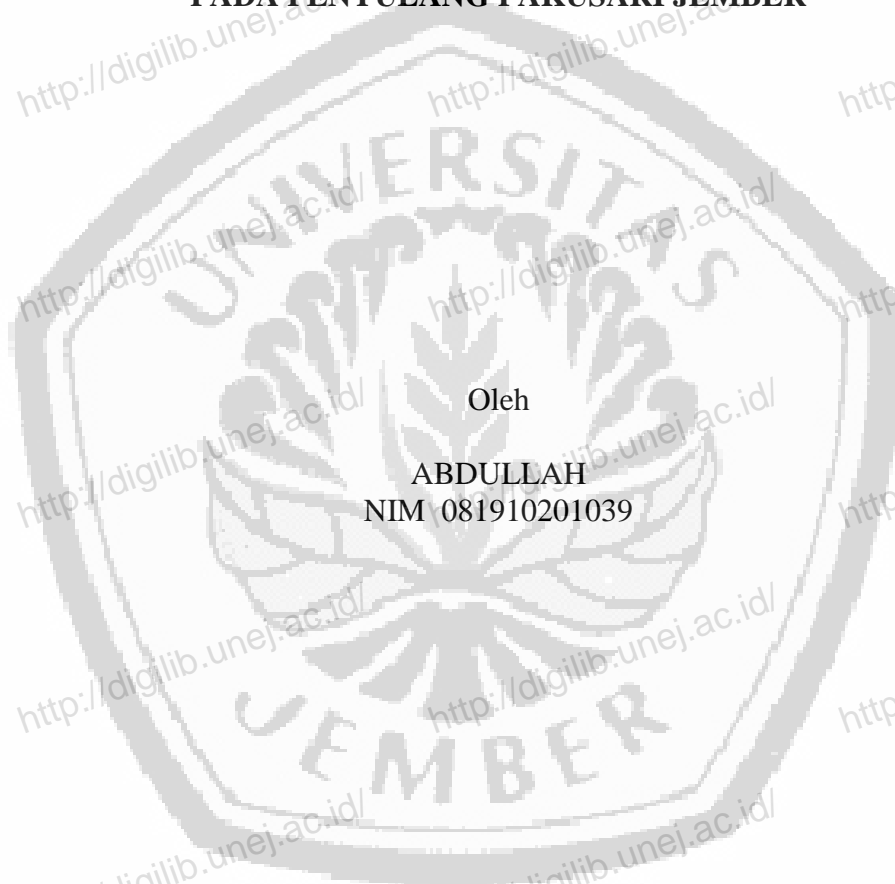
Yang menyatakan,

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 occurred on the network.

Keywords: load growth, network topology, power flow.

RINGKASAN

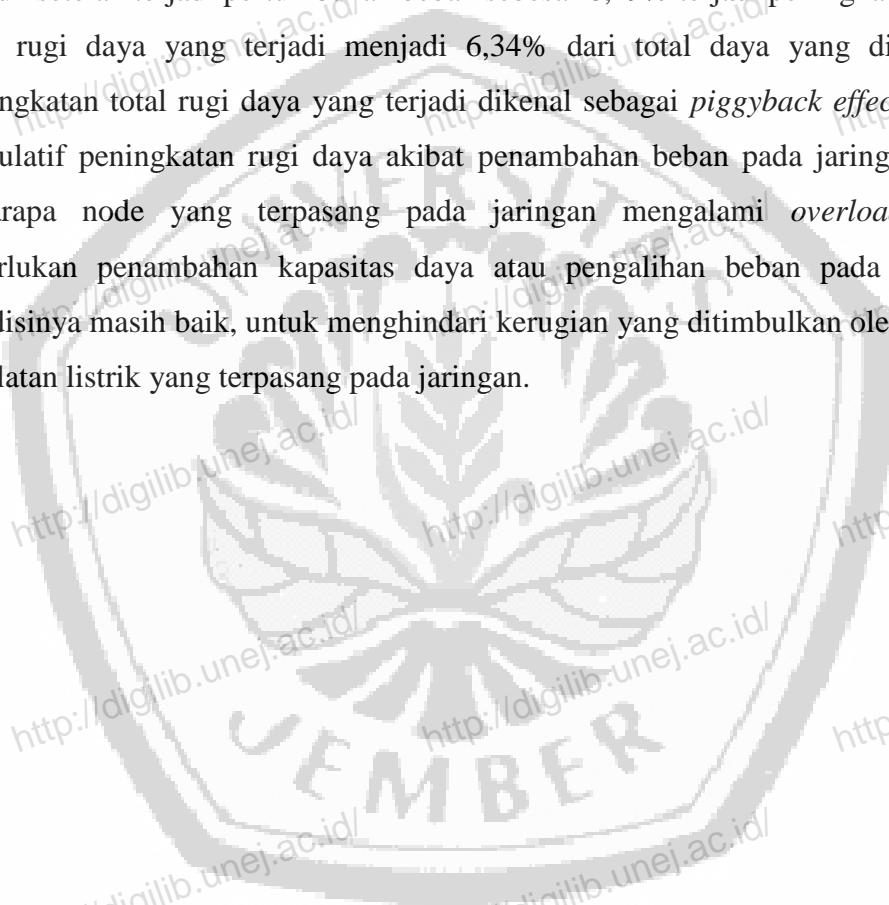
Studi Aliran Daya Metode Topologi Jaringan dengan Peningkatan Pertumbuhan Beban pada Penyulang Pakusari Jember; Abdullah; 081910201039; 2013; 51 Halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

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, beberapa 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, Suprihadi 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

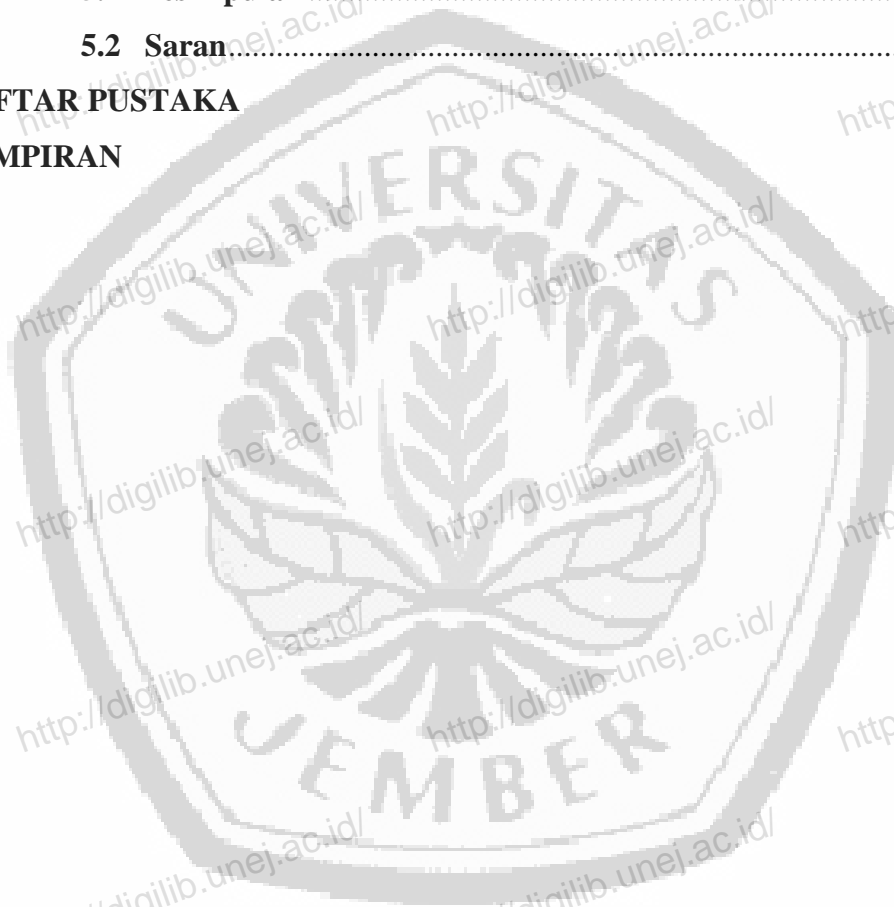
Penulis

DAFTAR ISI

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

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

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



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