

**STUDI ALIRAN DAYA PADA JARINGAN
DISTRIBUSI 20 kV KOTA PADANG**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Sebagai
Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

**ACEP ANDRI JAYA MUKTI
NIM/BP. 43214/2003**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

KATA PENGANTAR



Dengan segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang penulis beri judul “**Studi Aliran Daya Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang**”. Tidak lupa penulis hadiahkan shalawat beserta salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa manusia dari zaman jahiliyah ke dalam zaman modern yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti saat sekarang ini.

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak – pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

1. Bapak Drs.H.Ganefri, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs.Aswardi, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs.Amirin Supriyatno, M.Pd selaku Pembimbing I.
4. Bapak Ichwan Yelfianhar, ST., M.Eng.,Sc selaku Pembimbing II.
5. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

6. Bapak Sudarwanto selaku PH.Manajer PT.PLN (Persero) Wilayah Sumatera Barat Cabang Padang.
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materil.
8. Rekan – rekan Mahasiswa serta semua pihak yang telah memberikan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan mengingat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki dan hambatan-hambatan yang dialami penulis dalam memperoleh sumber-sumber dan bahan-bahan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini dimasa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 29 Juni 2011

Penulis

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Jaringan Tegangan Menengah Dengan Konfigurasi Radial.....	8
2.2 GI Dan GH Dalam Jaringan Tegangan Menengah Bentuk Ring.....	8
2.3 Jaringan Tegangan Menengah Dengan Konfigurasi Ring.....	9
2.4 Jaringan Tegangan Menengah Dengan Konfigurasi Spindel.....	11
2.5 Sirkuit Paralel RL.....	15
3.1 Single Line Diagram Distribusi 20 kV Kota Padang.....	42
3.2 Rangkaian Ekuivalen Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	45
3.3 Diagram Alir Analisis Daya Aktif, Daya Reaktif, Rugi-rugi Daya Dengan Simulasi.....	47
4.1 Rangkaian Ekuivalen Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang Setelah Disimulasikan Dengan ETAP.....	48

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Masalah.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5

BAB II KAJIAN TEORI

A. Jaringan Distribusi.....	6
1. Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	7
2. Konfigurasi Jaringan Distribusi Primer.....	7
3. Bagian-Bagian Jaringan Distribusi Primer.....	11

B. Daya listrik.....	15
1. Daya Aktif.....	16
2. Daya Reaktif.....	17
3. Daya Kompleks.....	17
4. Faktor Daya (Power Factor).....	18
C. Analisis Aliran Daya.....	20
1. Bus Referensi (Swing/Slack Bus).....	20
2. Bus Beban (Load Bus/P-Q Bus).....	20
3. Bus Generator (Voltage Controlled Bus/P-V Bus).....	21
D. Perhitungan Aliran Daya.....	22
E. Metoda Newton.....	26
F. Studi Aliran Daya Dengan Metode Penyelesaian Newton- Raphson.....	30
G. Sistem Per-Unit (PU).....	38
H. Hasil Penelitian Yang Relevan.....	39
I. Bagian Yang Akan Diteliti.....	39

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	41
B. Objek Penelitian.....	41
C. Jenis Data.....	42
1. Single Line Diagram Jaringan Distribusi 20 kV Kota	

Padang.....	42
2. Data Saluran Masing-Masing Penyulang Jaringan Distribusi	
20 kV Kota Padang.....	43
3. Data Beban Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	44
4. Data Gardu Induk Kota Padang (Sebagai Pembangkit).....	44
D. Teknik Pengumpulan Data.....	45
E. Teknik Pengolahan Data.....	45
F. Asumsi.....	47

BAB IV ANALISA SIMULASI

A. Hasil Analisa Simulasi.....	48
1. Rangkaian Ekivalen Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang	
(Setelah Disimulasikan Menggunakan Program ETAP	
Power Station Version 4.0.0).....	48
2. Nilai Daya Aktif Dan Reaktif Setelah Disimulasikan	
Dengan Program ETAP.....	49
3. Nilai Tegangan, Sudut, Generator Dan Beban Pada Tiap	
Bus Setelah Disimulasikan Dengan Program ETAP.....	50
4. Nilai Rugi-Rugi Daya Aktif Dan Reaktif Setelah	
Disimulasikan Dengan Program ETAP.....	51
B. Pembahasan.....	52

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	58
B. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA.....	60
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	62
----------------------	-----------

INDEKS.....	77
--------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Besaran Tiap Bus Dalam Analisis Aliran Daya.....	21
3.1 Data Saluran Masing-Masing Penyulang Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	43
3.2 Data Beban Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	44
3.3 Data Gardu Induk Kota Padang (Sebagai Pembangkit).....	44
4.1 Nilai Daya Aktif Dan Reaktif Setiap Penyulang Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	49
4.2 Nilai Tegangan, Sudut, Generator Dan Beban Tiap Bus Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	50
4.3 Nilai Rugi-Rugi Daya Aktif Dan Reaktif Setiap Penyulang Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	51
4.4 Nilai Rugi-Rugi Daya Aktif Dan Reaktif Dalam Persentase Setiap Penyulang Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Single Line Diagram Distribusi 20 kV Kota Padang.....	62
2. Data Saluran Masing-Masing Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang Bulan April 2010.....	63
3. Data Impedansi Kawat / SPLN 64 Tahun 1979.....	64
4. Rangkaian Ekuivalen Single Line Diagram Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang (Sebelum Disimulasikan Dengan Program ETAP Power Station Version 4.0.0.).....	65
5. Rangkaian Ekuivalen Single Line Diagram Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang (Setelah Disimulasikan Dengan Program ETAP Power Station Version 4.0.0.).....	66
6. Hasil Analisa Studi Aliran Daya Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang (Setelah Disimulasikan Dengan Program ETAP Power Station Version 4.0.0.).....	67
7. Indeks.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan tenaga listrik dapat dikatakan suatu kebutuhan atau tuntutan hidup yang tidak dapat dipisahkan dalam menunjang segala aktivitas sehari-hari. Dimana dalam proses penyaluran tenaga listriknya terdiri dari tiga komponen utama yaitu pembangkit, penghantar dan beban. Meningkatnya aktivitas kehidupan manusia secara langsung akan mengakibatkan tingginya permintaan energi listrik yang mengakibatkan penambahan beban pada jaringan listrik.

Secara otomatis penambahan beban listrik akan menimbulkan beberapa masalah atau gangguan pada jaringan seperti masalah drop tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran, yang mana masalah tersebut bisa saja terjadi akibat kondisi pembebanan yang berbeda dan besarnya berubah-ubah sepanjang waktu.

Seperti yang terjadi pada jaringan distribusi 20 kV Kota Padang, dimana terdapat kondisi pembebanan yang berbeda dan besarnya berubah-ubah sepanjang waktu serta panjang saluran dan luas penampang kawat yang bervariasi, masalah tersebut mengakibatkan adanya perbedaan tegangan antara tegangan sisi kirim dan sisi terima sehingga terjadinya drop tegangan pada saluran tersebut (terlampir pada lampiran 2). Hal ini akan berdampak kualitas daya yang disalurkan kepada konsumen tidak terjamin, sebagai hasil akan banyak industri-industri kecil dan menengah yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaganya akan gulung tikar atau pindah kepada sumber

tenaga lain. Oleh karena itu, penulis tidak membahas masalah drop tegangan karena sudah diketahui besarnya namun penulis tertarik untuk meneliti pada masalah rugi-rugi daya yang ditimbulkan, karena dalam aliran daya yang sering dibahas adalah masalah drop tegangan dan rugi-rugi daya. Untuk itu diperlukan suatu cara untuk mengevaluasi dan menganalisis aliran daya terutama masalah rugi-rugi daya listrik yaitu dengan melakukan studi aliran daya pada jaringan distribusi 20 kV Kota Padang tersebut.

Pengertian studi aliran daya menurut Hadi Saadat (2003:208), studi aliran daya berarti studi yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya atau tegangan sistem dalam kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Informasi ini sangat dibutuhkan guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga listrik dan menganalisis kondisi pembangkitan maupun pembebanan dalam kondisi normal maupun darurat. Masalah aliran daya mencakup perhitungan aliran dan tegangan sistem pada terminal tertentu atau bus tertentu.

Studi aliran daya pada sistem tenaga listrik ini dikenal beberapa metoda antara lain seperti metoda Newton-Raphson, Gauss Seidel dan Fast Decouple. Metoda Newton-Raphson pada dasarnya merupakan metoda Gauss Seidel yang telah diperluas dan di sempurnakan, dimana metoda ini dapat mengatasi kelemahan dari metoda Gauss Seidel antara lain dalam hal ketelitian dan jumlah iterasi. Hal ini karena metode Newton-Rapshon mempunyai waktu hitung konvergensi yang cepat sehingga membutuhkan jumlah iterasi yang sedikit. Pada metoda Newton-Raphson, slack bus diabaikan dari perhitungan iterasi untuk menentukan tegangan-tegangan,

karena besar tegangan dan sudut tegangan telah ditentukan. Sedangkan pada generator bus, daya aktif dan *magnitude* tegangan bernilai tetap, hanya daya reaktifnya yang dihitung pada setiap iterasinya. (Sulasno,1993).

Dalam tulisan ini penulis menggunakan metoda Newton-Raphson yang digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisa aliran daya listrik terutama masalah rugi-rugi daya pada jaringan listrik, dimana penelitian ini difokuskan pada jaringan distribusi 20 kV Kota Padang yaitu GI.Pauh Limo, GIS.Simpang Haru, GH.Kandis serta GH.Teluk Bayur jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang).

Dari latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk mengangkat penelitian dengan permasalahan **”Studi Aliran Daya Pada Jaringan Distribusi 20 kV Kota Padang) ”**.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat diidentifikasi masalah yang ada pada jaringan distribusi 20 kV Kota padang dimana terdapat:

1. Kondisi pembebanan yang berbeda dan besarnya berubah-ubah sepanjang waktu.
2. Panjang saluran dan luas penampang kawat yang bervariasi.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dititik beratkan untuk mengevaluasi dan menganalisa masalah daya aktif, daya reaktif serta rugi-rugi daya aktif dan reaktif pada masing-masing penyulang jaringan distribusi 20 kV Kota Padang (GI. Pauh

Limo, GIS. Simpang Haru, GH. Kandis serta GH. Teluk Bayur). Agar hasil yang diperoleh sesuai dengan sasaran yang diinginkan, maka permasalahan dalam tulisan ini akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan di PT. PLN (Persero) Wilayah Sumatera Barat Cabang Padang.
2. Membahas daya aktif, daya reaktif serta rugi-rugi daya aktif dan reaktif pada jaringan distribusi 20 kV Kota Padang.
3. Analisa daya aktif, daya reaktif serta rugi-rugi daya aktif dan reaktif dilakukan secara simulasi dengan menggunakan program aplikasi komputer dimana pada simulasi ini beban tidak seimbang diasumsikan beban seimbang sehingga dapat direpresentasikan sebagai sistem fasa tunggal.
4. Metode yang digunakan adalah metode Newton-Raphson.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah, maka penulis merumuskan permasalahan pada tulisan ini yaitu berapa besar daya aktif, daya reaktif serta rugi-rugi daya aktif dan reaktif pada masing-masing penyulang jaringan distribusi 20 kV Kota Padang?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Memperoleh daya aktif dan daya reaktif masing-masing penyulang jaringan distribusi 20 kV Kota Padang.

2. Mendapatkan rugi-rugi daya aktif dan reaktif pada masing-masing penyulang jaringan distribusi 20 kV Kota Padang.

F. Manfaat Penelitian

Penulisan ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. Bahan pertimbangan bagi PT.PLN (Persero) Wilayah Sumatera Barat Cabang Padang, dalam mengevaluasi dan menganalisa aliran daya terutama mengatasi masalah rugi-rugi daya sistem tenaga listrik pada GI.Pauh Limo, GIS. Simpang Haru, GH. Kandis dan GH. Teluk Bayur jaringan distribusi 20 kV Kota Padang, sehingga mampu meningkatkan kualitas pelayanan terhadap pelanggan atau konsumen.
2. Tambahan kepustakaan bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dalam perkuliahan Analisis Sistem Tenaga Listrik.