

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S - 1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**



**ANALISA MODEL BARU PV NODES PADA JARINGAN DISTRIBUSI
DENGAN METODE BACKWARD/FORWARD
DI GI PIER PASURUAN**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
Erma Andriani
0012038**

Maret 2007

WILSON 303

0015088

Zusammenfassung

DI CI DIEU HYERLOV
DEURW WELDE WICKMANDE LOUWNS
WILDE WOET WEN HA VODER WODA TWACHTA DIELKIECH

КОМПЕТЕНТНАЯ ЛЕКЦИЯ ПО ГИГИЕНЕ
ДЛЯ СТАРШИХ КЛАССОВ СРЕДНИХ ШКОЛ

LEMBAR PERSETUJUAN



ANALISA MODEL BARU PV NODES PADA JARINGAN DISTRIBUSI DENGAN METODE BACKWARD/FORWARD

DI GIPIER PASURUAN

SKRIPSI

“Disusun guna melengkapi dan memenuhi syarat-syarat guna mencapai gelar sarjana teknik”

Disusun oleh :
Erma Andriani
0012038

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui
Dosen Pembimbing

Ir. F Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.103 950 0274

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.101 880 0189

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S - 1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

ABSTRAKSI

Analisa Model Baru *PV Nodes* Pada Jaringan Distribusi Dengan Metode *Backward / Forward* Di GI PIER Pasuruan

(Erma Andriani, Nim:0012038, Jurusan.Teknik Elektro Konsentrasi Energi Listrik, Dosen Pembimbing:Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)

Kata Kunci : Aliran daya (*load flow*), Metode *Backward/Forward*.

Dalam sistem distribusi sistem tenaga listrik berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusi tenaga listrik kepusat – pusat beban atau konsumen. Permasalahan yang sering dihadapi jaringan distribusi adalah bagaimana menyalurkan daya dengan baik. Untuk meningkatkan kualitas maka perlu dilakukan analisa aliran daya, hasil analisa aliran daya memberikan informasi mengenai besarnya tegangan, daya dan rugi-rugi pada pengoperasian normal. maka dalam hal ini analisa aliran daya di selesaikan dengan menggunakan metode *Backward/Forward*. Untuk menganalisa nilai tegangan agar bisa menghitung aliran daya (*load flow*) menggunakan model baru *PV nodes* pada jaringan distribusi dengan menggunakan metode *backward-forward*. menganalisa nilai tegangan tiap-tiap node, membandingkan hasil metode *Backward/Forward* dengan metode *Newton Rapshon*.

Mempelajari aliran daya ini dilakukan untuk menentukan Aliran daya aktif dan reaktif pada cabang – cabang rangkaian. Tidak ada rangkaian yang mempunyai beban lebih dari tegangan busbar dalam batas – batas yang dapat diterima. Pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem. Pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat. Kondisi optimum pembebatan sistem. Kehilangan daya optimum sistem. Jika di lihat dari rumus yang digunakan metode *Backward/Forward* adalah rumus hukum kirchoff arus dan tegangan sedangkan metode *Newton Rapshon* menggunakan rumus invers matrik jakobion.

Jika dilihat dari hasil penelitian didapat dengan penyelesaian metode *Backward/Forward* dapat menyelesaikan aliran daya relatif lebih cepat dengan selisih waktu kompensasi sebesar 0,718 detik pada penyulang shita dibanding menggunakan metode *Newton Rapshon*. Dengan hasil yang relatif sama dimana hasil rugi-rugi yang diselesaikan dengan metode *Backward/Forward* relatif lebih besar 0.03% dari pada diselesaikan dengan menggunakan metode *Newton Rapshon*. jika dilihat dari rumus yang digunakan metode *Backward/Forward* mempunyai rumus yang relatif lebih sederhana dibanding menggunakan metode *Newton Rapshon*.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T. Berkat limpahan rahmat dan hidayahNya, sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi program strata satu (S-1) jurusan Teknik Elektro, program studi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Sebelum dan selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir.Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME. selaku Dekan Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F Yudi Limpraptono, MT. selaku Ketua Jurusan Elektro Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT. selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Catur. Selaku Kepala bagian pelaksanaan dan para karyawan di PLN Bangil Pasuruan.
6. Orang Tuaku yang tersayang.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang turut serta membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari akan segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini. Maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya,kepada semua pihak yang telah bekerja keras dan bersungguh-sungguh hingga terwujudnya skripsi ini,saya menyampaikan penghargaan terima kasih.

Malang, Maret 2007

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| ABSTRAKSI | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR GRAFIK..... | ix |
| DAFTAR TABEL | x |

BAB I : PENDAHULUAN

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 2 |
| 1.5. Metodologi Penelitian..... | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 3 |
| 1.7. Kontribusi | 5 |

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

| | |
|--|---|
| 2.1. Sistem Distribusi..... | 6 |
| 2.2. Sistem Distribusi Sekunder..... | 7 |
| 2.3. Struktur Jaringan Distribusi Primer | 7 |
| 2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Mesh | 9 |
| 2.3.3. Sistem Jaringan Distribusi Loop..... | 10 |
| 2.4. Teori Daya | 11 |
| 2.4.1. Daya Aktif..... | 11 |
| 2.4.2. Daya Reaktif | 11 |
| 2.5. Segitiga Daya | 12 |
| 2.6. Faktor Daya..... | 13 |
| 2.7. Perbaikan Faktor Daya Pada Sistem Tegangan Menengah | 13 |

BAB III : METODE PENYELESAIAN ALIRAN DAYA

| | |
|--|----|
| 3.1. Tujuan Studi Aliran Daya..... | 15 |
| 3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya..... | 15 |
| 3.3. Klasifikasi Bus | 16 |
| 3.3.1. Slack Bus / Swing Bus..... | 16 |
| 3.3.2. P – V Bus / Generator Bus..... | 16 |
| 3.3.3. P – Q Bus / Load Bus..... | 16 |
| 3.4. Metode <i>Newton – Raphson</i> | 17 |
| 3.5. <i>Backward / Forward</i> | 21 |
| 3.5.1. Analisa <i>Backward / Forward</i> | 21 |
| 3.6. Algoritma | 23 |
| 3.6.1. Algoritma Tampilan Program Metode <i>Backward / Forward</i> | 23 |
| 3.6.2. Algoritma Metode <i>Newton – Raphson</i> | 24 |
| 3.7. <i>Flowchart</i> | 25 |
| 3.7.1. Flowchart <i>Backward / Forward</i> | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 3.7.2. Flowchart Program Dengan Metode Metode <i>Newton – Raphson</i> | 26 |
| 3.8. Uji Validasi | 27 |

**BAB IV : APLIKASI MODEL BARU PV NODE UNTUK MENGANALISA
TEGANGAN SITEM DISTRIBUSI BERBASIS *BACKWARD / FORWARD* DI GI PIER PASURUAN**

| | |
|--|----|
| 4.1. Analisa Dengan Metode <i>Backward / Forward</i> | 30 |
| 4.2. Data Perhitungan..... | 31 |
| 4.2.1. Data Jaringan | 31 |
| 4.3. Analisa Perhitungan..... | 42 |

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan | 47 |
| 5.2. Saran | 48 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 49 |
|----------------------------|-----------|

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 2-1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik Dari Keseluruhan Sistem Tenaga Listrik | 6 |
| 2-2 Jaringan Tegangan Menengah Sistem Radial Yang Dipasok Dari Satu | |
| Sumber | 8 |
| 2-3 Jaringan Tegangan Menengah Struktur Mesh Yang Dipasok Dari Satu | |
| Sumber | 9 |
| 2-4 Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop Yang Dipasok Dari Satu | |
| Sumber | 10 |
| 2-5 Segitiga Daya..... | 12 |
| 2-6 Segitiga Daya Untuk Beban Gabungan..... | 12 |
| 2-7 Diagram Fasor | 13 |
| 2-8 Perbaikan Faktor Daya | 14 |
| 3-1 Radial Sistem Dengan Beban <i>Lumped</i> | 21 |
| 3-2 Arus Dan Cabang Dari Jaringan digambar 3-1 Untuk Mempertimbangkan | |
| Perhitungan Arus | 21 |
| 3-3 Flowchart <i>Backward / Forward</i> | 25 |
| 3-4 Flowchart <i>Newton Raphson</i> | 26 |
| 4-1 <i>Single Line</i> Penyulang Shita..... | 32 |
| 4-2 <i>Single Line</i> Penyulang PDAB..... | 38 |

DAFTAR GRAFIK

| | |
|--|----|
| 4-1 Tegangan Dengan Menggunakan Metode <i>Newton – Raphson</i> Pada Penyulang SHITA..... | 34 |
| 4-2 Tegangan Dengan Menggunakan Metode <i>Backward / Forward</i> Pada Penyulang SHITA..... | 36 |
| 4-3 Perbandingan Antara Metode <i>Newton – Raphson</i> Dengan Metode <i>Backward / Forward</i> Pada Penyulang SHITA..... | 37 |
| 4-4 Tegangan Dengan Menggunakan Metode <i>Newton – Raphson</i> Pada Penyulang PDAB..... | 41 |
| 4-5 Tegangan Dengan Menggunakan Metode <i>Backward / Forward</i> Pada Penyulang PDAB | 45 |
| 4-6 Perbandingan Antara Metode <i>Newton – Raphson</i> Dengan Metode <i>Backward / Forward</i> Pada Penyulang PDAB | 46 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 3-1 Data Jurnal..... | 27 |
| 3-2 Hasil Perhitungan Dengan Metode <i>Forward – Backward Sweep</i> | 28 |
| 3-3 Perbandingan Data Jurnal Dengan Hasil Program | 29 |
| 4-1 Hasil Perhitungan Aliran Daya Dengan Menggunakan <i>Newton Raphson</i> Pada Penyulang SHITA..... | 33 |
| 4-2 Hasil Perhitungan Aliran Daya Dengan Menggunakan <i>Backward - Forward</i> Pada Penyulang SHITA | 35 |
| 4-3 Perbandingan Hasil Rugi – rugi Daya Antara <i>Newton Raphson</i> Dengan <i>Backward – Forward</i> Pada Penyulang SHITA..... | 37 |
| 4-4 Hasil Perhitungan Aliran Daya Dengan Menggunakan <i>Newton Raphson</i> Pada Penyulang PDAB | 39 |
| 4-5 Hasil Perhitungan Aliran Daya Dengan Menggunakan <i>Backward - Forward</i> Pada Penyulang PDAB | 43 |
| 4-6 Perbandingan Hasil Rugi – rugi Daya Antara <i>Newton Raphson</i> Dengan <i>Backward – Forward</i> Pada Penyulang PDAB..... | 46 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke pusat-pusat beban atau konsumen. Permasalahan yang dihadapi jaringan distribusi adalah bagaimana menyalurkan daya dengan baik pada saat tertentu maupun dimasa yang akan datang. Disamping tersedianya energi yang mencukupi konsumen juga menuntut peningkatan kualitas energi listrik. Untuk meningkatkan kualitas, maka perlu dilakukan analisa aliran daya. Hasil analisa aliran daya memberikan informasi mengenai besarnya tegangan, daya dan rugi-rugi pada pengoperasian normal.

Jaringan distribusi yang paling umum digunakan adalah jaringan distribusi dengan struktur radial. Jaringan distribusi radial mempunyai kondisi yang sangat lemah (*ill condition*) yang disuplai oleh suatu sumber dan mempunyai perbandingan R/X yang cukup tinggi. Dalam penulisan ini akan dikemukakan mengenai analisis aliran daya dengan metode *Backward-Forward*. Metode ini hanya mengevaluasi suatu persamaan aljabar yang lebih sederhana yaitu besar tegangan(*magnitude*) dan tidak menggunakan fungsi trigonometri. Dengan penyederhanaan persamaan akan mempermudah dan mempercepat proses perhitungan, sehingga metode analisis aliran daya ini menjadi lebih sederhana.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana nilai tegangan pada tiap – tiap nodenya.
2. Bagaimana hasil perbandingan antara metode *Newton Raphson* dengan *Backward/Forward* untuk penyulang shita jika dilihat dari waktu kompensasi dan hasil rugi – rugi daya.
3. Bagaimana hasil perbandingan antara metode *Newton Raphson* dengan *Backward/Forward* untuk penyulang PDAB jika dilihat dari waktu kompensasi dan hasil rugi – rugi daya .
4. Bagaimana perbandingan antara metode *Newton Raphson* dengan *Backward/Forward* jika dilihat dari rumus yang digunakan.
5. Apakah Metode *Backward/Forward* dapat dijadikan metode alternatif untuk penyelesaian aliran daya.

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam skripsi ini adalah untuk menganalisa model *PV Nodes* dengan menggunakan metode *backward/forward* pada jaringan distribusi GI PIER Pasuruan.

1. 4. Batasan Masalah

Dalam skripsi ini akan dilakukan analisa pada jaringan distribusi 20kV dengan menggunakan metode *Backward/Forward*. Maka skripsi ini kami batasi:

- Menganalisa aliran daya pada GI PIER pasuruan pada penyulang shita dan
- Menggunakan jaringan sistem *radial* .
- Menganalisa tegangan pada tiap *nodes* dengan *backward-forward*.

1.5. Metodologi Penelitian .

1. Studi literatur.

Pengumpulan referensi untuk pembahasan pada skripsi ini.

2. Pengumpulan Pengambilan Data.

Data yang diambil antara lain :

- Data Saluran.
- Data Beban .

3. Analisa Data .

Langkah-langkah dalam analisa data pada skripsi ini adalah:

- Mengumpulkan data.
- Mengidentifikasi simpul dan cabang.
- Formulasi aliran daya.
- Penerapan program pada jaringan distribusi 20kV.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka skripsi ini disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang meliputi latar belakang yang melandasi skripsi yang dibahas, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Disini akan diuraikan mengenai sistem jaringan distribusi tagangan menengah, klasifikasi sistem distribusi tenaga listrik dan struktur jaringan distribusi tenaga listrik.

BAB III : METODE PENYELESAIAN STUDI ALIRAN DAYA

Pada bab ini akan dibahas metode penyelesaian studi aliran daya, analisa aliran daya dengan metode Backward-Forward pada jaringan distribusi radial 20 kV.

BAB IV : ANALISIS ALIRAN DAYA JARINGAN TEGANGAN MENGENAI 20kV

SISTEM DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG

Pada bab ini dibahas perhitungan aliran daya jaringan 20 kV sistem distribusi radial seimbang dengan implementasi metode Backward-Forward pada jaringan distribusi radial 20 kV yang meliputi analisis jaringan dengan menentukan tegangan pada tiap node, aliran daya dan rugi-rugi daya serta membandingkan dengan metode Newton Raphson.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab terakhir yang merupakan intisari dari hasil pembahasan. Berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

1.7. Kontribusi

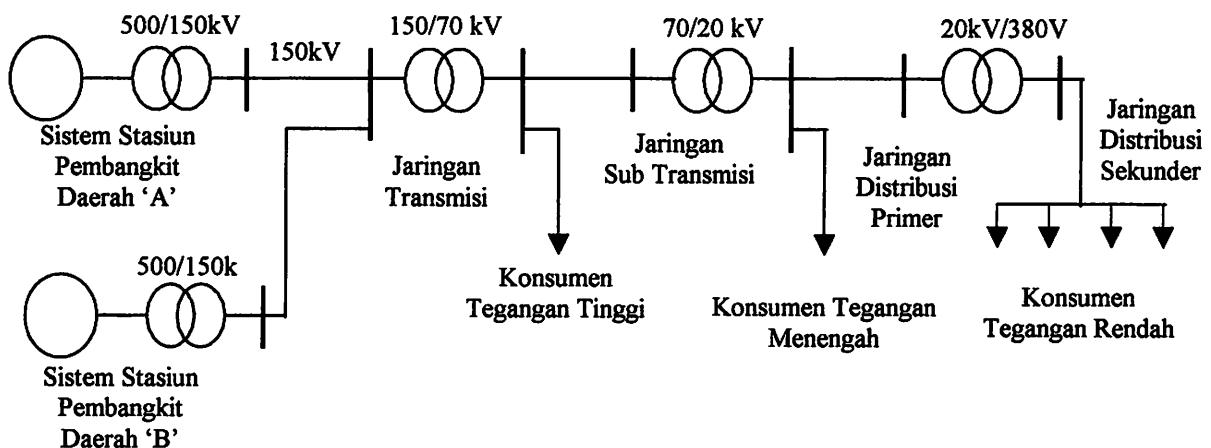
Dengan adanya penemuan metode baru tentang aliran daya diharapkan dapat menjadi alternatif bagi PT.PLN untuk menghitung aliran daya dengan waktu yang relatif lebih cepat dengan hasil yang relatif sama.

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Distribusi

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk atau pembangkit tenaga (skala kecil) ke konsumen melalui Gardu Distribusi.



Gambar 2-1
Sistem Distribusi Tenaga Listrik
Dari Keseluruhan Sistem Tenaga Listrik^[3]

Kedudukan sistem distribusi tenaga listrik dari keseluruhan sistem tenaga listrik secara umum dapat dilihat pada Gambar 2-1. Dari gambar tersebut terihat bahwa kedudukan sistem distribusi merupakan bagian paling akhir dari keseluruhan sistem tenaga listrik, yang mempunyai fungsi mendistribusikan langsung tenaga listrik ke beban atau ke konsumen yang membutuhkan.

Dalam pendistribusian tenaga listrik ke konsumen, tenaga yang digunakan bervariasi tergantung dari jenis konsumen yang membutuhkan. Untuk konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 20 kV, sedangkan untuk konsumen

perumahan digunakan tegangan rendah 220/380 Volt, yang merupakan tegangan siap pakai untuk peralatan-peralatan rumah tangga.

Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem yaitu:

1. Sistem distribusi primer
2. Sistem distribusi sekunder

Pengklasifikasikan sistem distribusi tenaga listrik menjadi dua ini berdasarkan tingkat tegangan distribusinya.

2.2. Sistem Distribusi Sekunder

Tingkat tegangan yang digunakan pada sistem distribusi sekunder adalah tegangan rendah 127/220 Volt atau 220/380 Volt, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan distribusi tegangan rendah.

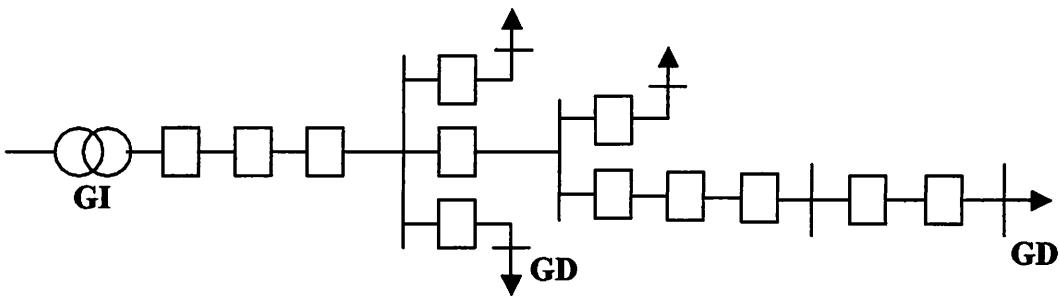
Sistem jaringan yang digunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik tersebut dapat menggunakan sistem satu fasa dengan dua kawat maupun sistem tiga fasa dengan empat kawat.

2.3. Struktur Jaringan Distribusi Primer

Penyaluran dan pendistribusian tenaga listrik dari Gardu induk ke konsumen dilakukan dengan menggunakan sistem jaringan distribusi atau penyulang distribusi. Tingkat tegangan yang digunakan pada sistem distribusi primer adalah meliputi tegangan menengah 20 kV, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem ditribusi tegangan menengah. Bentuk sistem jaringan distribusi primer yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Jaringan distribusi radial merupakan bentuk yang paling sederhana yang menghubungkan beban-beban ke titik sumber, biaya relatif murah. Pada struktur jaringan ini tidak ada alternatif pasokan tenaga listrik, karena itu tingkat keandalannya relatif rendah. Pengaturan tegangan dapat dilakukan dengan baik, radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini terutama bila rute dari sirkuitnya berlainan satu sama lain. Langkah lain untuk mempertinggi tingkat keandalan dari struktur radial adalah dengan mengupayakan pasokan daya tidak saja dari satu arah, walaupun pada pengoperasiannya dilaksanakan secara radial.^[2]



Gambar 2-2

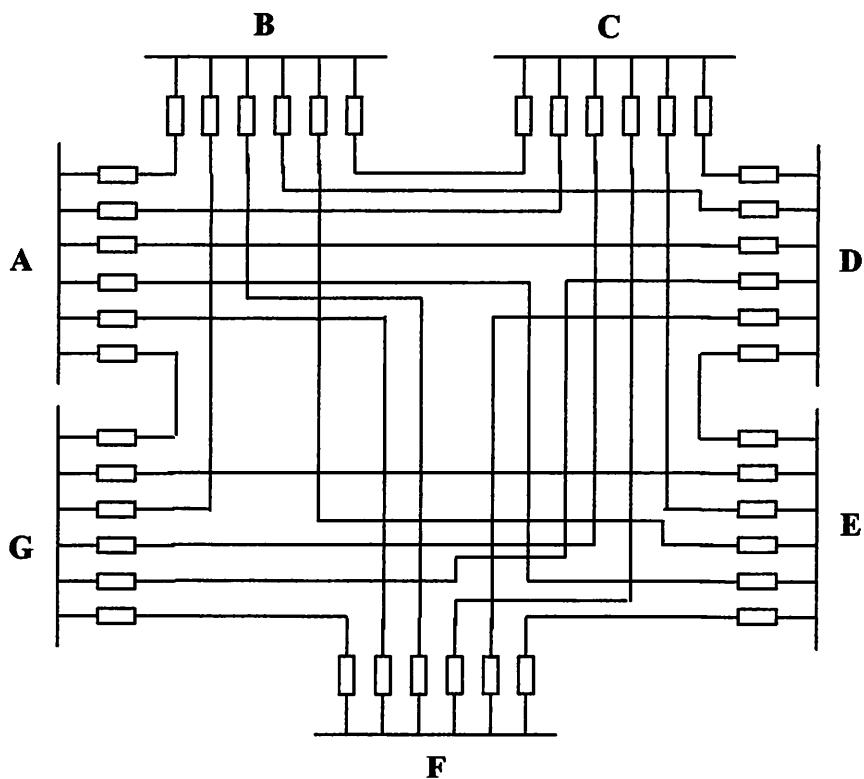
Jaringan tegangan Menengah Sistem Radial yang dipasok dari Satu Sumber^[3]

Bentuk yang paling umum digunakan pada sistem distribusi radial adalah seperti pada Gambar 2-2. Dapat dilihat bahwa sebuah penyulang memasok sejumlah gardu distribusi. Jika terjadi gangguan pada jaringan tegangan menengahnya, maka pemutus beban yang ada digardu induk akan membuka, hal ini menyebabkan semua gardu distribusinya akan mengalami pemadaman. Untuk mengurangi jumlah gardu yang mengalami pemadaman, maka pada penyulang dipasang peralatan pemisah seperti pelebur.

Kelemahan yang dimiliki oleh sistem radial adalah jatuh tegangan yang cukup besar dan bila terjadi gangguan pada sistem akan dapat mengakibatkan jatuhnya sebagian atau bahkan keseluruhan beban sistem.

2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Mesh

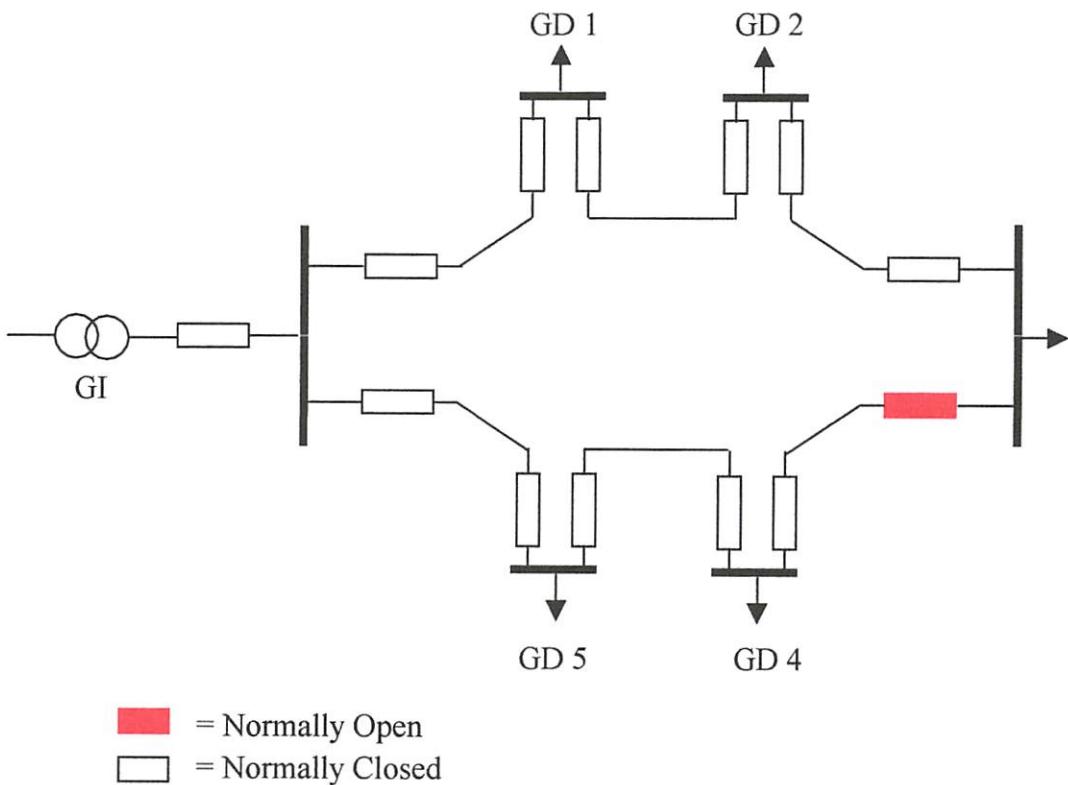
Jaringan distribusi Mesh merupakan jaringan yang strukturnya komplek, dimana kelangsungan penyaluran dan pelayanan sangat diutamakan. Struktur jaringan ini umumnya digunakan pada jaringan tegangan rendah yang kepadatan bebannya cukup tinggi.



Gambar 2-3
Jaringan tegangan Menengah Struktur Mesh yang dipasok dari Satu Sumber^[3]

2.3.3. Sistem Jaringan Distribusi Loop

Sistem ini disebut loop karena saluran primer yang menyalurkan daya sepanjang daerah beban yang dilayani, membentuk suatu rangkaian loop.



Gambar 2-4
Jaringan tegangan Menengah Struktur loop yang dipasok dari Satu Sumber^[3]

Jaringan loop merupakan gabungan dari dua struktur jaringan radial, dimana pada ujung kedua jaringan dipasang sebuah pemutus / pemisah. Pada saat terjadi gangguan, setelah gangguan dapat di isolir, maka pemutus / pemisah ditutup sehingga aliran daya listrik kebagian yang tidak terkena gangguan tidak berhenti. Dalam kondisi normal , jaringan ini merupakan dua struktur jaringan radial. Struktur jaringan ini mempunyai keandalan yang cukup sehingga biaya pembangunannya lebih mahal dibandingkan dengan biaya struktur jaringan radial.

2.4. Teori Daya

Dalam sirkuit arus bolak – balik dikenal beberapa macam daya, yaitu daya aktif dan daya reaktif. Guna keperluan analisa didalam perbaikan faktor daya dari sebuah jaringan, macam – macam jaringan tersebut dirinci dan ditelah terlebih dahulu pada bahasan berikut :

2.4.1. Daya Aktif^[4]

Daya aktif pada beban satu fasa dinyatakan oleh persamaan

$$P = |V| \cdot |I| \cos \varphi \quad \dots \dots \dots \quad (2.1)$$

Dimana V dan I adalah nilai efektifnya.

P adalah daya rata – rata yang juga disebut daya aktif. Bila beban tiga fasanya seimbang maka :

$$P = \sqrt{3} |V_{jala}| \cdot |I_{jala}| \cos \varphi \quad \dots \dots \dots \quad (2.2)$$

Dimana V_{jala} adalah tegangan jala – jala efektif dan I_{jala} adalah arus jala – jala efektif.

Satuan dari P berupa VA (Volt Ampere) atau kVA (kilo Volt Amper) dan satuan yang lebih besar MVA (Mega Volt Amper).

2.4.2. Daya Reaktif^[4]

Daya reaktif pada beban satu fasa dinyatakan oleh persamaan :

$$Q = |V| \cdot |I| \sin \varphi$$

Dan bila beban tiga fasanya seimbang maka :

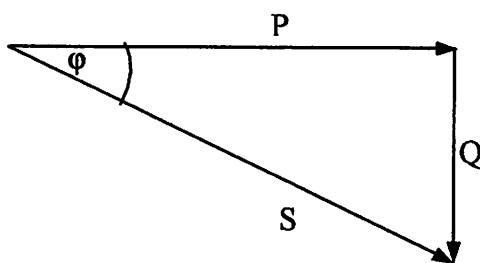
$$Q = \sqrt{3} |V| |I| \sin \phi \dots \quad (2.3)$$

Satuan dari Q dapat berupa VAR (Volt Ampere Reaktif) atau kVAR (kilo Volt Amper Reaktif) dan satuan yang lebih besar MVAR (Mega Volt Amper Reaktif). Hubungan antara S, P dan Q dapat dilihat pada segitiga daya.

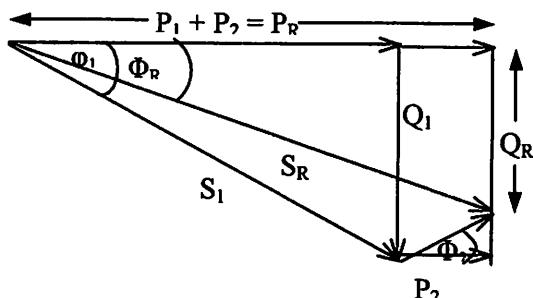
2.5. Segitiga Daya^[4]

Dari gambar 2-3 dibawah ini jelaslah bahwa :

Atau $P = S \cos \varphi$, $Q = S \sin \varphi$ dan $\tan \varphi = \frac{Q}{P}$



Gambar 2-5
Segitiga Daya^[4]



Gambar 2-6
Segitiga Daya Untuk Beban Gabungan [4]

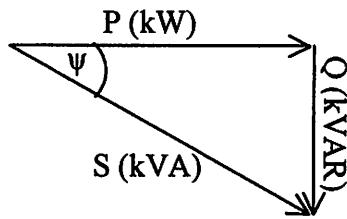
Pada gambar 2-5 digambarkan segitiga daya yang terdiri dari dua beban.

Yang pertama beban induktif dengan sudut fasa φ_1 yang terdiri dari P_1, Q_1, S_1 . Yang kedua beban kapasitif yang terdiri dari P_2, Q_2, S_2 dengan sudut fasa φ_2 . kedua beban paralel ini menghasilkan segitiga daya yang sisi – sisinya $P_1 + P_2, Q_1 + Q_2$ dan sisi

miringnya adalah S_R . Dan sudut fasa antara tegangan dan arus yang diberikan oleh beban gabungan ini adalah ϕ_R .

2.6. Faktor Daya

Beban listrik pada sistem distribusi umumnya adalah bersifat induktif dengan faktor daya lagging (arus mengikuti tegangan). Seperti yang terlihat pada gambar berikut, dimana cosinus yang dibentuk antara arus dan tegangan terima dikenal sebagai faktor daya (power factor).



Gambar 2-7
Diagram Fasor^[4]

Bila komponen dari arus I yang sefasa dan yang tidak sefasa dikalikan dengan tegangan terima maka didapat hubungan antara daya (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S), lihat gambar 2-6. Bila dipasang kapasitor, maka komponen daya reaktif (Q) dan daya semu (S) akan berkurang.

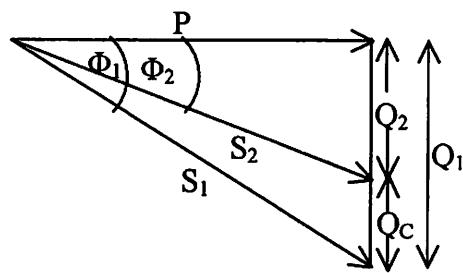
2.7. Perbaikan Faktor Daya Pada Sistem Tegangan Menengah

Faktor daya yang rendah merupakan salah satu masalah yang sering kali terjadi pada sistem tegangan menengah dan memerlukan suatu penanganan yang khusus. Hal ini disebabkan karena faktor daya yang rendah pada suatu sistem tersebut.

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa faktor daya dapat dilakukan pada daya aktif tetap.

Dengan perbaikan menggunakan daya aktif tetap, maka daya semu akan berkurang, sehingga hal ini akan dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas dari daya aktif, demikian seterusnya sehingga perbaikan faktor daya dan penambahan kapasitas penyaluran dapat dilaksanakan secara terus menerus.

Pada gambar 2-7 berikut ini digambarkan bagaimana cara mengoreksi faktor daya sistem. Dari gambar ini kelihatan bahwa kapasitor merupakan sumber daya reaktif kapasitif dan akan menekan daya reaktif dari beban.



Gambar 2-8
Perbaikan Faktor Daya^[4]

Seperti terlihat pada gambar 2-7 diasumsikan bahwa beban daya aktifnya adalah sebesar P (kW), beban daya reaktifnya Q_1 (kVAR) dan beban daya semunya S_1 dengan faktor daya tertinggal $\cos \phi_1$.

$$\cos \phi_1 = \frac{P}{S_1} \text{ atau } \cos \phi_1 = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q_1^2}} \quad [3] \quad (2.5)$$

Bila kapsitor paralel dengan kapasitas Q_C kVAR dipasang pada sisi beban, maka faktor dayanya dapat diperbaiki menjadi :

$$\cos \phi_2 = \frac{P}{S_2} \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q_2^2}} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_C)^2}} \quad [3] \quad (2.6)$$

BAB III

METODE PENYELESAIAN ALIRAN DAYA

3.1. Tujuan Studi Aliran Daya.

Dengan semakin kompleksnya problem di dalam sistem tenaga listrik, sebagai akibat dari meningkatnya permintaan konsumen, bertambahnya jumlah saluran transmisi dan distribusi, maka perlu adanya studi aliran daya dalam analisa sistem.

Mempelajari aliran daya ini dilakukan untuk menentukan :

1. Aliran daya aktif dan reaktif pada cabang – cabang rangkaian
2. Tidak ada rangkaian yang mempunyai beban lebih dari tegangan busbar dalam batas – batas yang dapat diterima
3. Pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem
4. Pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat
5. Kondisi optimum pembebanan sistem
6. Kehilangan daya optimum sistem.

3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya.

Di dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter – parameter listrik yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya *magnitude* tegangan [V], sudut fasa tegangan θ , daya nyata P dan daya reaktif Q . Daya nyata P mempunyai ketergantungan yang kuat dengan sudut fasa tegangan θ dan daya reaktif Q mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besar tegangan [V], bila P dan Q berubah, maka θ dan V berubah pula dan demikian sebaliknya.

3.3. Klasifikasi Bus^[7]

Terdapat 4 (empat) besaran pada setiap Bus / Rel dalam sistem tenaga listrik, yaitu *magnitude* tegangan $[V]$, beda fasa θ , daya aktif P dan daya P dan daya reaktif Q. Pada setiap bus ditentukan dua besaran dari empat besaran tersebut. Dalam Studi aliran daya konvensional, seluruh bus dalam jaringan digolongkan slack bus/swing, PV bus/generator dan PQ bus/load bus.

3.3.1. Slack Bus/Swing Bus

Pada bus ini nilai $[V]$ dan θ ditentukan besarnya sementara P dan Q dihitung. Biasanya nilai $[V]$ adalah 1 pu dan sudut fasa tegangan berharga nol derajat, karena pada bus ini fasor tegangan dipakai sebagai referensi.

3.3.2. P-V Bus / Generator Bus

Pada generator bus ini hanya terdapat daya pembangkitan dimana parameter P dan $[V]$ diketahui sementara Q (daya reaktif) dan sudut fasa θ dihitung.

3.3.3. P-Q Bus/Load Bus

Load bus adalah suatu bus yang ada penyerapan daya. Pada node ini parameter – parameter P dan Q diketahui, sedangkan parameter $[V]$ dan θ berubah – ubah menurut kebutuhan. Oleh karena itu parameter $[V]$ dan θ harus dihitung.

3.4. Metode Newton – Raphson^[7]

Solusi aliran daya dengan metode Newton – Raphson diberikan dengan memperhatikan persamaan daya pada bus-p seperti pada persamaan (3.1) yaitu :

Dengan menyelesaikan persamaan di atas dan melakukan pemisahan persamaan daya aktif dan daya reaktif pada suatu bus, maka didapat :

$$P_p = [V_p] \sum_{q=1}^n (G_{pq} [V_q] \cos(\theta^*_{\text{p}} - \theta_q) + B_{pq} [V_q] \sin(\theta_p - \theta_q)) \dots \quad (3.2)$$

$$P = 1, 2, \dots, n; p, q \neq \text{slack bus}$$

$$Q_p = [V_p] \sum_{q=1}^n (G_{pq} [V_q] \sin(\theta_p - \theta_q) - B_{pq} [V_q] \cos(\theta_p - \theta_q)) \dots \quad (3.3)$$

$P = 1, 2, \dots, n; p, q \neq \text{slack bus}; p, q \neq P - V \text{ bus}$

Perbedaan daya adalah selisih antara daya yang dijadwalkan dengan daya hasil perhitungan. Berdasarkan persamaan diatas maka :

$p = 1, 2, \dots, n; p, q \neq \text{slack bus}$

$$\Delta Q_p^{(k)} = Q_p^{(spec)} - Q_p^{(k)} \\ = Q_p^{(spec)} - \left| V_p \right|^{(K)} \sum_{q=1}^n (G_{pq} \left| V_q \right|^{(k)} \sin \theta_{pq}^{(k)} - B_{pq} \left| V_q \right|^{(k)} \cos \theta_{pq}^{(k)}) \dots \quad (3.5)$$

$p = 1, 2, \dots, n; p, q \neq \text{slack bus}; p, q \neq P - V \text{ bus}$

Jadi diperoleh satu set persamaan simultan non-linier dengan dua persamaan untuk setiap bus. Untuk n -bus maka ada $2(n-1)$ persamaan yang harus diselesaikan, karena

pada slack bus harga tegangan dan sudut fasa tegangan telah ditentukan dan besarnya konstan.

Harga P_p dan Q_p telah diketahui, tetapi harga $|V_p|$ dan θ tidak diketahui, kecuali pada slack bus. Kedua persamaan non-linier tersebut dapat diuraikan menjadi suatu set persamaan simultan linier yang menyatakan hubungan antara perubahan daya aktif ΔP_p dan perubahan daya ΔQ_p terhadap perubahan tegangan $\Delta|V_p|$ dan perubahan sudut fasa dengan $\Delta\theta_p$ yang dinyatakan dalam matrik berikut :

$$\begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \Delta P_{n-1} \\ \Delta Q_1 \\ \Delta Q_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial P_1}{\partial \theta_{n-1}} & \frac{\partial P_1}{\partial |V_1|} & \frac{\partial P_1}{\partial |V_{n-1}|} \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \theta_1} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \theta_{n-1}} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial |V_1|} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial |V_{n-1}|} \\ \frac{\partial Q_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial Q_1}{\partial \theta_{n-1}} & \frac{\partial Q_1}{\partial |V_1|} & \frac{\partial Q_1}{\partial |V_{n-1}|} \\ \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \theta_1} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \theta_{n-1}} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial |V_1|} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial |V_{n-1}|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta_1 \\ \Delta\theta_{n-1} \\ \Delta|V_1| \\ \Delta|V_{n-1}| \end{bmatrix}$$

Sedangkan matrik Jacobian adalah :

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial P_1}{\partial \theta_{n-1}} \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \theta_1} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \theta_{n-1}} \end{bmatrix} \quad N = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial |V_1|} & \frac{\partial P_1}{\partial |V_{n-1}|} \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial |V_1|} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial |V_{n-1}|} \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial Q_1}{\partial \theta_{n-1}} \\ \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \theta_1} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \theta_{n-1}} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_1}{\partial |V_1|} & \frac{\partial Q_1}{\partial |V_{n-1}|} \\ \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial |V_1|} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial |V_{n-1}|} \end{bmatrix}$$

Elemen-elemen matrik H adalah :

$$H_{pp} = \frac{\partial P_p}{\partial \theta_p}$$

$$H_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial \theta q}$$

Elemen-elemen matrik N adalah :

$$N_{pp} = \frac{\partial P_p}{\partial |V_p|}$$

$$N_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial |V_q|}$$

Elemen-elemen matrik M adalah :

Elemen-elemen matrik L adalah :

$$M_{pp} = \frac{\partial Q_p}{\partial \theta_p}$$

$$M_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial \theta q}$$

$$L_{pp} = \frac{\partial Q_p}{\partial |V_p|}$$

$$L_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial V_q}$$

Sehingga persamaan-persamaan yang menghubungkan antara perubahan daya aktif dengan sudut fasa tegangan dan perubahan daya reaktif dengan magnitude tegangan dapat dinyatakan oleh matriks yang lebih sederhana

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix}_{(K)} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix}_{(K)} \begin{bmatrix} \Delta\theta \\ \frac{\Delta|V|}{|V|} \end{bmatrix}_{(K)} \dots \quad (3.6)$$

Dengan demikian nilai masing – masing elemen matriks jacobinya adalah :

- a. untuk $p = q$

$$H_{pq} = -Q_p - B_{pp} |V_p|^2$$

$$N_{pq} = P_p - G_{pp} |Vp|^2$$

$$M_{pq} = P_p - G_{pp}$$

b. Untuk $p \neq q$

$$H_{pq} = L_{pq} = \left| V_p \right| \left| V_q \right| (G_{pq} \sin(\theta_p - \theta_p) - B_{pq} \cos(\theta_p - \theta_q))$$

$$N_{pq} = -M_{pq} = \left| V_p \right| \left| V_q \right| (G_{pq} \cos(\theta_p - \theta_p) + B_{pq} \sin(\theta_p - \theta_q)) \dots \quad (3.8)$$

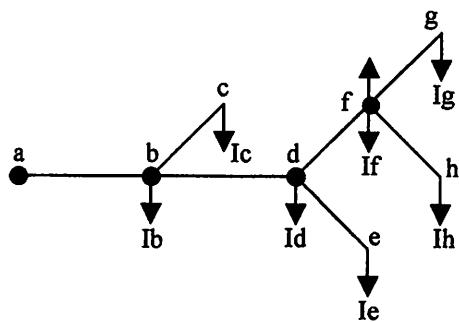
Elemen-elemen matrik jacobian dihitung menggunakan harga perkiraan awal tegangan dan sudut fasa tegangan. Persamaan dapat diselesaikan dengan metode iterasi untuk mendapatkan harga perkiraan yang baru, sehingga :

Proses ini terus berulang sampai didapatkan harga $\Delta P_p^{(k)}$ dan $\Delta Q_p^{(k)}$ untuk semua bus.

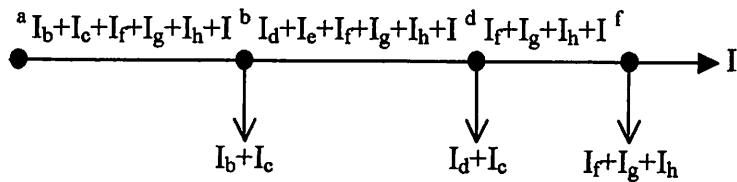
3.5. Backward/Forward^[6]

Backward/forward merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah *input* yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *Backward/forward* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai *input*-nya secara *random* dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*feed forward*) harus dikerjakan terlebih dahulu

3.5.1. Analisa Backward/Forward^[1]



Gambar 3-1
Radial Sistem dengan beban *lumped*^[1]



Gambar 3-2
Arus Dan Cabang Dari Jaringan digambar 3-1
Untuk Mempertimbangkan Perhitungan Arus^[1]

Mempertimbangkan bahwa arus beban mungkin dapat memisahkan antara yang riil dan imajiner.

Kemudian yang diperoleh sekarang arus reaktif yang tidak dikenal dari node f.

Dimana Z_d , Z_d , Z_f adalah impedansi cabang (dari b,d, dan f),(1) menjadi:

$$V_f = V_a - Z_b J_b - Z_d J_d - Z_f J_f - j I_q (Z_b + Z_d + Z_f)^{[1]} \dots \quad (3.12)$$

Mewakili jumlah panah/garis vektor di dalam (3.12) atas pertolongan yang riil dan imajiner tanpa watt dan menyatakan impedansi tambahan reaktansi dan resistansi.

$$V_i = V_{i,p} + j V_{i,q} \quad [1]$$

$$J_i = J_{i,p} + j J_{i,q}. [1]$$

$$Z_i = R_i + j X_i. [1]$$

Penjelasan:

$$A = R_b J_{b,p} - X_b J_{b,q} + R_d J_{d,p} - X_d J_{d,q} + R_f J_{f,p} - X_f J_{f,q} = \sum (R_i J_{i,p} - X_i J_{i,q})^{[1]} \quad i \in \{B_{a-f}\}$$

$$B = X_b J_{b,p} + R_b J_{b,q} + X_d J_{d,p} + R_d J_{d,q} + X_f J_{f,p} + R_f J_{f,q} = \sum (X_i J_{i,p} + R_i J_{i,q})^{[1]} \quad i \in \{B_{a-f}\}.$$

$$X_{a-f} = X_b + X_d + X_f = \sum X_i^{[1]} \quad i \in \{B_{a-f}\}.$$

$$R_{a-f} = R_b + R_d + R_f = \sum R_i^{[1]} \quad i \in \{B_{a-f}\}$$

$\{B_{a-f}\}$ adalah satuan alur cabang yang menghubungkan bus a dan f, (3.11) akhirnya berubah menjadi:

Dari besaran voltase V_f diberikan sebagai berikut :

$$|V_f|^2 = (V_{a,p} - A)^2 + X_{a,f}^2 I_q^2 + 2(V_{a,p} - A)X_{a,f}I_q + (B - V_{a,q})^2 + R_{a,f}^2 I_q^2 + 2(B - V_{a,q})R_{a,f}I_q \quad [1] \dots \dots \quad (3.14)$$

Ditetapkan nilai V_{sp} adalah nilai yang diketahui, I_q adalah nilai yang dicari. Sehingga dapat persamaan:

$$I_q = \left\{ \frac{[-(V_{a,p}-A)X_{a-f} - (B-V_{a,q})R_{a,q}] \pm \sqrt{\{[(V_{a,p}-A)X_{a-f} + (B-V_{a,q})R_{a-f}]^2 - (R_{a-f}^2 + X_{a-f}^2)\}[(V_{a,p}-A)^2 + (B-V_{a,q})^2 - V_{sp}^2]}}{(R_{a-f}^2 + X_{a-f}^2)} \right\}^{[1]} \quad (3.15)$$

3.6. Algoritma.

3.6.1. Algoritma Tampilan Program Metode *Backward / Forward*.

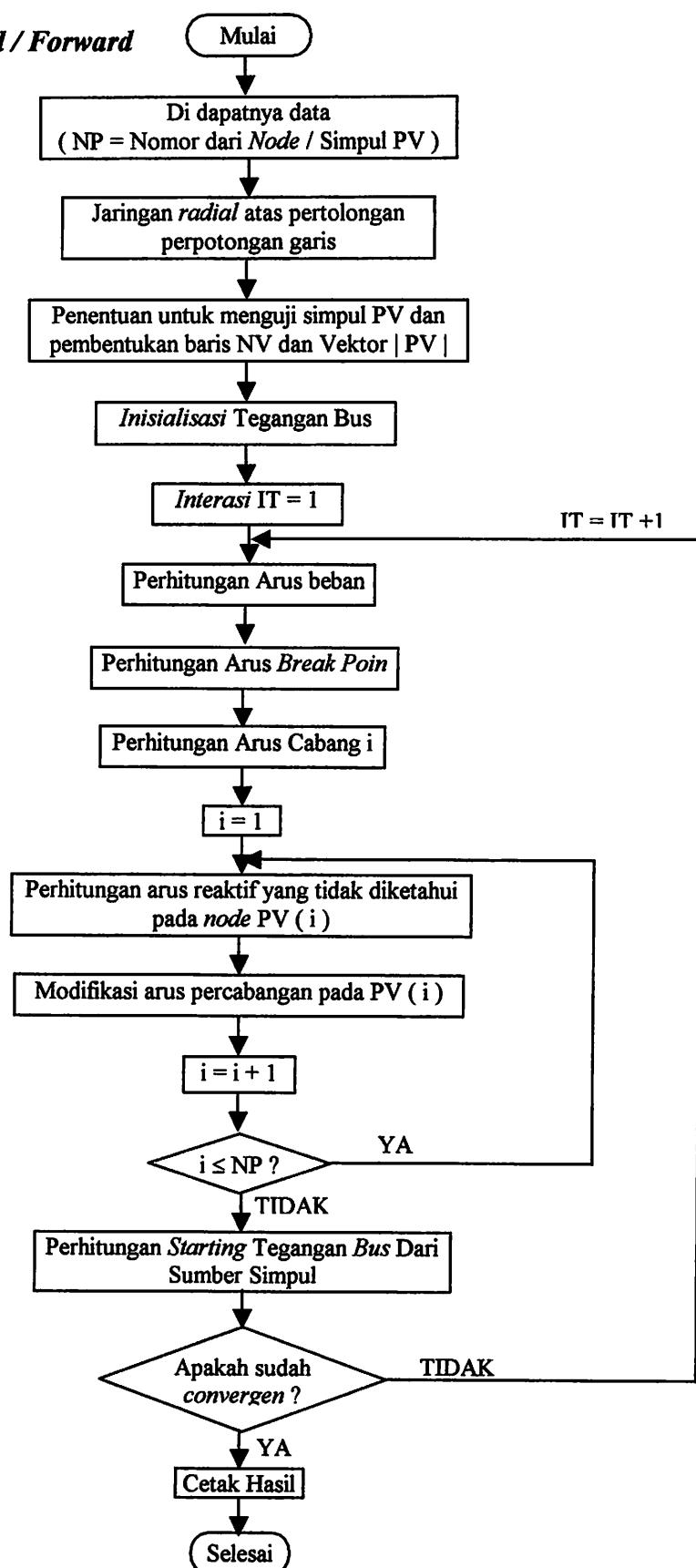
1. Memasukkan data (NP = nomor dari simpul PV)
2. Jaringan radial dengan pertolongan perpotongan garis.
3. Menentukan pengaturan untuk pengujian simpul PV dan pembentukan baris NV dari vektor $|PV|$.
4. Inisialisasi tegangan bus.
5. Memasukkan iterasi IT=1.
6. Menghitung arus beban.
7. Menghitung arus *breakpoint*.
8. Menghitung arus percabangan.
9. Memasukkan *Counter* simpul PV yaitu $i=1$.
10. Menghitung arus relatif yang tidak dihasilkan pada simpul $PV(i)$.
11. Memodifikasi arus percabangan ke hulu *nodes PV(i)*.
12. Melanjutkan Perhitungan ke simpul PV selanjutnya.
13. Apakah jumlah simpul $PV \leq$ nomor simpul PV jika ya lanjut ke langkah 10 jika tidak ke langkah 14.
14. Perhitungan starting tegangan bus dari sumber simpul.
15. Apakah sudah *convergen*? jika tidak lanjutkan ke interasi berikutnya dan kembali ke langkah 6 jika ya ke langkah 16.
16. Cetak hasil.

3.6.2. Algoritma Metode Newton – Raphson.

1. Bentuk matrik admitansi bus : $[Y_{bus}]$
2. Penempatan harga awal tegangan dan sudut fasa untuk semua bus kecuali *slack bus*, $[V_i^{(0)} \text{ dan } \theta_i^{(0)} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad i \neq s]$.
3. Menentukan nomer iterasi awal, $k = 0$.
4. Menghitung daya aktif dan reaktif pada setiap bus kecuali *slack bus*.
5. Menghitung selisih daya yang dijadwalkan dengan daya bus hasil perhitungan.
6. Menentukan perubahan maksimum pada daya aktif dan reaktif
7. Membandingkan apakah selisih daya sudahsama atau lebih kecil dari ϵ .
8. Jika “ya”, hitung daya aktif dan reaktif, tegangan dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, serta aliran daya pada saluran dan perhitungan selesai. Jika “tidak”, lanjut kelangkah berikutnya.
9. Membentuk elemen matrik Jacoubian.
10. Menghitung faktor koreksi tegangan dan sudut fasa setiap bus kecuali *slack bus* dan bus generator.
11. Menghitung tegangan dan sudut fasa yang baru.
12. Mengganti nilai tegangan dan sudut fas yang lama dengan tegangan dan sudut fasa yanng baru.
13. Perhitungan dilanjutkan kelangkah no. 4 dengan nilai iterasi yang baru sampai hasil yang didapatkan konvergen.

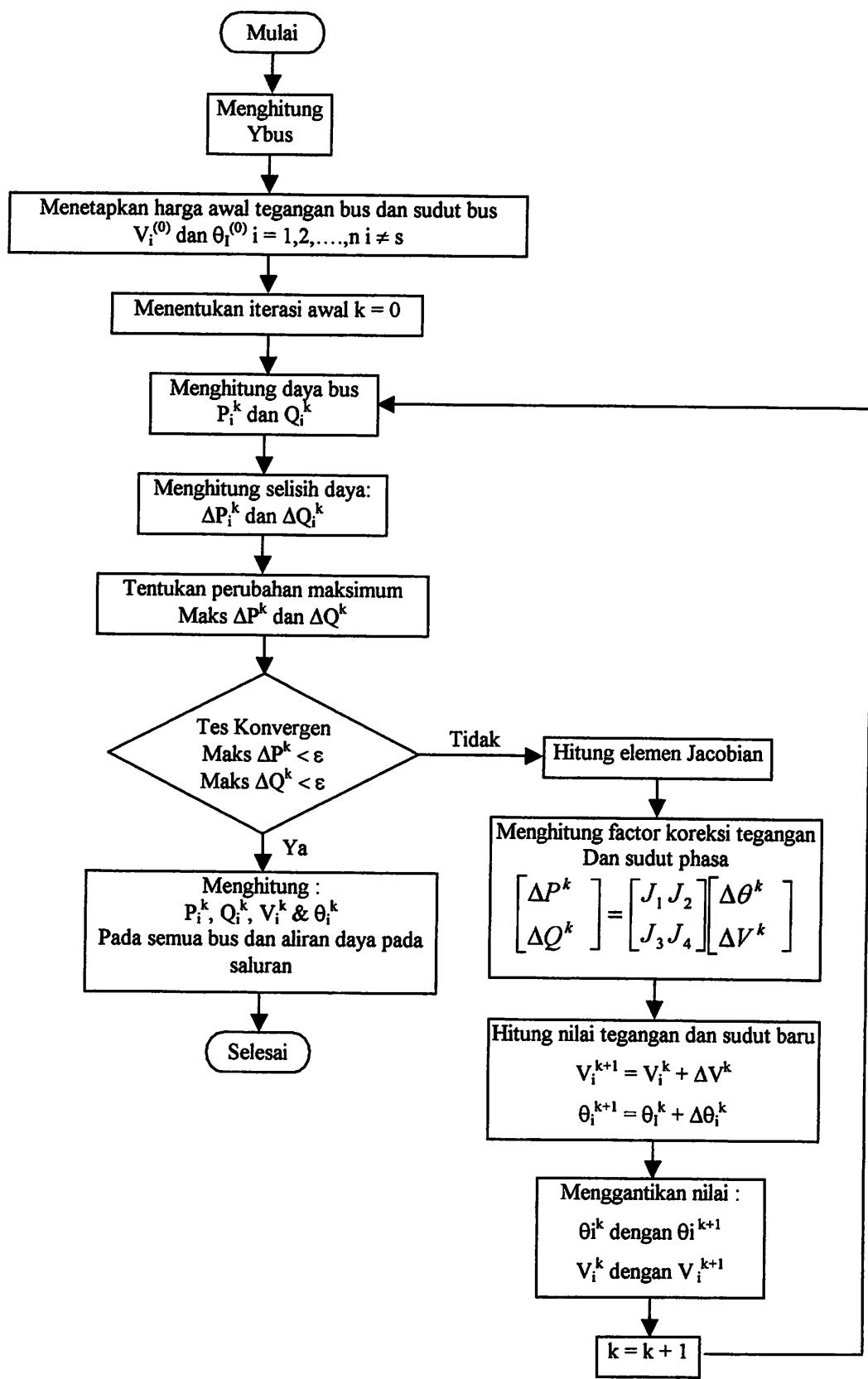
3.7 Flowchart

3.7.1. Flowchart Backward / Forward



Gambar 3-3
Flowchart Backward/Forward^[3]

3.7.2. Flowchart Program dengan Metode Newton – Raphson



Gambar 3-4
Flowchart Newton Raphson

3.8. Uji Validasi.

Hasil dari pengujian akan dibandingkan dengan hasil dari jurnal

Tabel 3.1. Data jurnal^[2]

| Branch no | Sending end | Receiving end | R (ohms) | X (ohms) | P (MW) | Q (MVAR) |
|-----------|-------------|---------------|----------|----------|--------|----------|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 2 | 1,197 | 0,82 | 35.28 | 35.99 |
| 3 | 2 | 3 | 1,796 | 1,231 | 14 | 14.28 |
| 4 | 3 | 4 | 1,306 | 0,895 | 35.28 | 35.99 |
| 5 | 4 | 5 | 1,851 | 1,268 | 14 | 14.28 |
| 6 | 5 | 6 | 1,524 | 1,044 | 35.28 | 35.99 |
| 7 | 6 | 7 | 1,905 | 1,305 | 35.28 | 35.99 |
| 8 | 7 | 8 | 1,197 | 0,82 | 35.28 | 35.99 |
| 9 | 8 | 9 | 0,653 | 0,447 | 14 | 14.28 |
| 10 | 9 | 10 | 1,143 | 0,783 | 14 | 14.28 |
| 11 | 4 | 11 | 2,823 | 1,172 | 56 | 57.13 |
| 12 | 11 | 12 | 1,184 | 0,491 | 35 | 35.99 |
| 13 | 12 | 13 | 1,002 | 0,416 | 35.28 | 35.99 |
| 14 | 13 | 14 | 0,455 | 0,189 | 14 | 14.28 |
| 15 | 14 | 15 | 0,546 | 0,227 | 35.28 | 35.99 |
| 16 | 5 | 16 | 2,55 | 1,058 | 35.28 | 35.99 |
| 17 | 6 | 17 | 1,366 | 0,567 | 8.96 | 9.14 |
| 18 | 17 | 18 | 0,819 | 0,34 | 8.96 | 9.14 |
| 19 | 18 | 19 | 1,548 | 0,642 | 35.28 | 35.99 |
| 20 | 19 | 20 | 1,366 | 0,567 | 35.28 | 35.99 |
| 21 | 20 | 21 | 3,552 | 1,474 | 14 | 14.28 |
| 22 | 7 | 22 | 1,548 | 0,642 | 35.28 | 35.99 |
| 23 | 22 | 23 | 1,092 | 0,453 | 8.96 | 9.14 |
| 24 | 23 | 24 | 0,91 | 0,378 | 56 | 57.13 |
| 25 | 24 | 25 | 0,455 | 0,189 | 8.96 | 9.14 |
| 26 | 25 | 26 | 0,364 | 0,151 | 35.28 | 35.99 |
| 27 | 8 | 27 | 0,546 | 0,226 | 35.28 | 35.99 |
| 28 | 27 | 28 | 0,273 | 0,113 | 35.28 | 35.99 |

Jumlah Pembangkitan : 829.8858 kW + 822.0695 kVA

Jumlah Rugi Saluran : 68.8458 kW + 46.0695 kVA

Tabel 3.3
Perbandingan Data Jurnal Dengan Hasil Program

| Rugi - Rugi Saluran Data Jurnal | Rugi - Rugi Saluran Hasil Program |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 68.8458 kW + 46.0695i kVAr | 67.6391 kW + 45.2352i kVAr |

Error dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$ERROR = \frac{\text{Rugi-Rugi Saluran Data Jurnal} - \text{Rugi-Rugi Saluran Hasil Program}}{\text{Rugi-Rugi Saluran Data Jurnal}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan *error* dari rugi daya aktif : 0.0175%

Sehingga didapatkan *error* dari rugi daya reaktif : 0.0181%

BAB IV

APLIKASI MODEL BARU *PV NODES* UNTUK MENGANALISA TEGANGAN SISTEM DISTRIBUSI BERBASIS *BACKWARD/FORWARD*

Di GI PIER PASURUAN

4.1. Analisa Dengan Metode *Backward / Forward*.

Perhitungan aliran daya banyak dilakukan dalam perencanaan sistem, perencanaan operasional, kontrol dan operasi. Pilihan suatu metode solusi untuk aplikasi praktis sering sulit. Pilihan itu memerlukan analisa yang cermat atas kelebihan dan kekurangan pada banyak metode tersedia, seperti karakteristik *convergence*, kecepatan dan penyimpangan (*error*).

Untuk solusi dari permasalahan – permasalahan diatas maka digunakan suatu alternatif metode yang disebut Metode *Backward / Forward* dimana kelebihan dari metode ini antara lain :

- Metode ini hanya mengevaluasi persamaan aljabar yang sederhana yaitu besar tegangan dan tanpa penyelesaian fungsi trigonometri, sehingga perhitungannya menjadi lebih cepat dan efisien.
- Algoritma sederhana.

Dalam perhitungan analisis aliran daya kita bisa melakukan perhitungan secara manual dan menggunakan program komputer. Apabila kita melakukan perhitungan secara manual maka kita perlu melakukan perhitungan sampai beberapa iterasi dengan cara manual tetapi bila kita melakukan dengan komputer maka perhitungan dengan banyak interasi dapat dilakukan secara otomatis sehingga tidak memerlukan waktu yang lama.

4.2. Data Perhitungan

Perhitungan aliran daya ini mengambil data dari GI PIER PASURUAN sistem distribusi radial GI PIER memakai tegangan distribusi 20kV untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya terlebih dahulu ditetapkan *Single Line Diagram* yang akan dianalisa. Agar perhitungan lebih mudah maka digunakan sistem per-unit (PU) dimana dasar yang digunakan

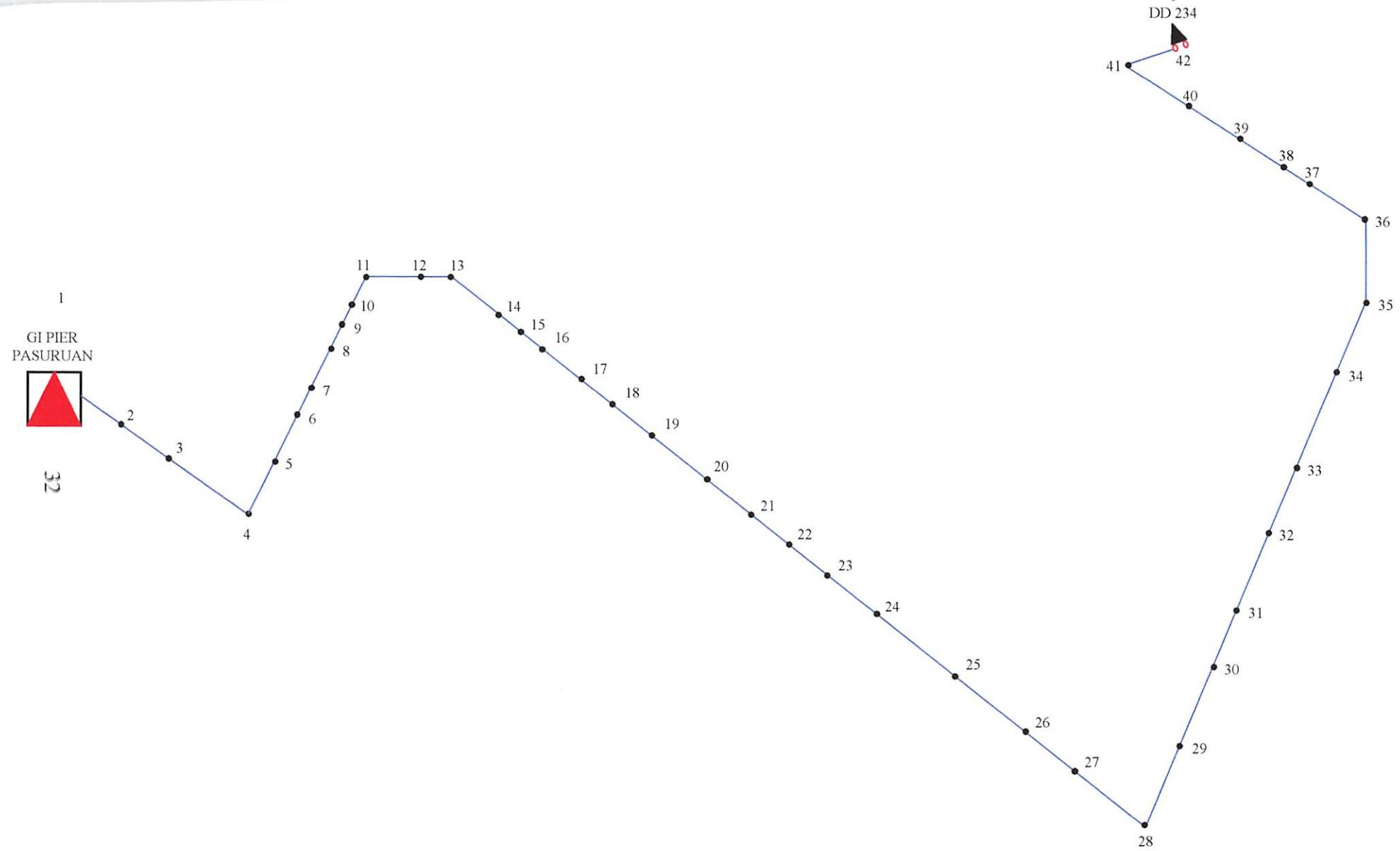
Tegangan Dasar = 20 kV

Daya Dasar = 30 MVA

Selanjutnya *node – node* yang akan diklasifikasikan, yaitu *busbar* GI PIER diasumsikan sebagai *slack bus* sedangkan *node – node* sepanjang saluran radial dianggap sebagai *load bus*.

4.2.1. Data Jaringan.

Data pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing – masing trafo distribusi. Jika besarnya pembebanan adalah nol, maka pada *node* tidak terdapat trafo distribusi tetapi hanya merupakan *node* penghubung. Pada tahap ini rugi – rugi yang terjadi pada trafo distribusi diabaikan. Adapun data pembebanan seperti pada tabel 4.1.



Gambar 4.1
Single line penyulang shita

Tabel 4.1.
Hasil Perhitungan Aliran Daya Dengan
Menggunakan *Newton Rapshon* Pada penyulang SHITA

| BUS | Tegangan | | BUS | | Daya | | Rugi | |
|-----|----------|----------|------|----|-----------|---------|-------|-------|
| | pu | | From | To | kW | kVAr | kW | kVAr |
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 1 | 2 | 1.491.578 | 886.974 | 0.019 | 0.030 |
| 2 | 0.99998 | -0.00001 | 2 | 3 | 1.491.558 | 886.944 | 0.094 | 0.144 |
| 3 | 0.99989 | -0.00005 | 3 | 4 | 1.491.464 | 886.800 | 0.047 | 0.072 |
| 4 | 0.99985 | -0.00007 | 4 | 5 | 1.491.416 | 886.728 | 0.029 | 0.045 |
| 5 | 0.99982 | -0.00009 | 5 | 6 | 1.491.387 | 886.683 | 0.016 | 0.025 |
| 6 | 0.99980 | -0.00010 | 6 | 7 | 1.491.371 | 886.658 | 0.039 | 0.060 |
| 7 | 0.99977 | -0.00011 | 7 | 8 | 1.491.332 | 886.599 | 0.013 | 0.020 |
| 8 | 0.99976 | -0.00012 | 8 | 9 | 1.491.319 | 886.579 | 0.013 | 0.020 |
| 9 | 0.99974 | -0.00013 | 9 | 10 | 1.491.306 | 886.559 | 0.063 | 0.097 |
| 10 | 0.99968 | -0.00016 | 10 | 11 | 1.491.242 | 886.462 | 0.037 | 0.057 |
| 11 | 0.99965 | -0.00017 | 11 | 12 | 1.491.205 | 886.405 | 0.006 | 0.010 |
| 12 | 0.99964 | -0.00018 | 12 | 13 | 1.491.198 | 886.395 | 0.063 | 0.097 |
| 13 | 0.99958 | -0.00020 | 13 | 14 | 1.491.135 | 886.298 | 0.013 | 0.020 |
| 14 | 0.99957 | -0.00021 | 14 | 15 | 1.491.122 | 886.278 | 0.013 | 0.020 |
| 15 | 0.99956 | -0.00022 | 15 | 16 | 1.491.109 | 886.258 | 0.067 | 0.102 |
| 16 | 0.99949 | -0.00025 | 16 | 17 | 1.491.042 | 886.156 | 0.041 | 0.062 |
| 17 | 0.99946 | -0.00027 | 17 | 18 | 1.491.001 | 886.094 | 0.044 | 0.067 |
| 18 | 0.99941 | -0.00029 | 18 | 19 | 1.490.957 | 886.026 | 0.083 | 0.127 |
| 19 | 0.99934 | -0.00033 | 19 | 20 | 1.490.874 | 885.899 | 0.083 | 0.127 |
| 20 | 0.99926 | -0.00036 | 20 | 21 | 1.490.791 | 885.773 | 0.039 | 0.060 |
| 21 | 0.99922 | -0.00038 | 21 | 22 | 1.490.752 | 885.713 | 0.041 | 0.062 |
| 22 | 0.99918 | -0.00040 | 22 | 23 | 1.490.712 | 885.651 | 0.070 | 0.107 |
| 23 | 0.99912 | -0.00043 | 23 | 24 | 1.490.642 | 885.544 | 0.096 | 0.147 |
| 24 | 0.99902 | -0.00048 | 24 | 25 | 1.490.545 | 885.397 | 0.070 | 0.107 |
| 25 | 0.99896 | -0.00051 | 25 | 26 | 1.490.475 | 885.290 | 0.008 | 0.012 |
| 26 | 0.99895 | -0.00051 | 26 | 27 | 1.490.467 | 885.277 | 0.083 | 0.127 |
| 27 | 0.99887 | -0.00055 | 27 | 28 | 1.490.384 | 885.151 | 0.039 | 0.060 |
| 28 | 0.99884 | -0.00057 | 28 | 29 | 1.490.345 | 885.091 | 0.070 | 0.107 |
| 29 | 0.99877 | -0.00060 | 29 | 30 | 1.490.275 | 884.984 | 0.090 | 0.137 |
| 30 | 0.99868 | -0.00064 | 30 | 31 | 1.490.186 | 884.847 | 0.090 | 0.137 |
| 31 | 0.99860 | -0.00069 | 31 | 32 | 1.490.096 | 884.710 | 0.068 | 0.104 |
| 32 | 0.99854 | -0.00072 | 32 | 33 | 1.490.028 | 884.606 | 0.067 | 0.102 |
| 33 | 0.99847 | -0.00075 | 33 | 34 | 1.489.961 | 884.504 | 0.033 | 0.050 |
| 34 | 0.99844 | -0.00076 | 34 | 35 | 1.489.929 | 884.454 | 0.037 | 0.057 |
| 35 | 0.99841 | -0.00078 | 35 | 36 | 1.489.891 | 884.397 | 0.086 | 0.132 |
| 36 | 0.99832 | -0.00082 | 36 | 37 | 1.489.805 | 884.265 | 0.010 | 0.015 |
| 37 | 0.99832 | -0.00083 | 37 | 38 | 1.489.795 | 884.250 | 0.078 | 0.119 |
| 38 | 0.99824 | -0.00086 | 38 | 39 | 1.489.717 | 884.130 | 0.073 | 0.112 |
| 39 | 0.99817 | -0.00090 | 39 | 40 | 1.489.644 | 884.018 | 0.085 | 0.129 |
| 40 | 0.99809 | -0.00094 | 40 | 41 | 1.489.559 | 883.889 | 0.039 | 0.060 |

Jumlah Pembangkitan = $1491.5775 \text{ kW} + 886.9743i \text{ kVAr}$

Jumlah Pembebanan = $1489.52 \text{ kW} + 883.8293i \text{ kVAr}$

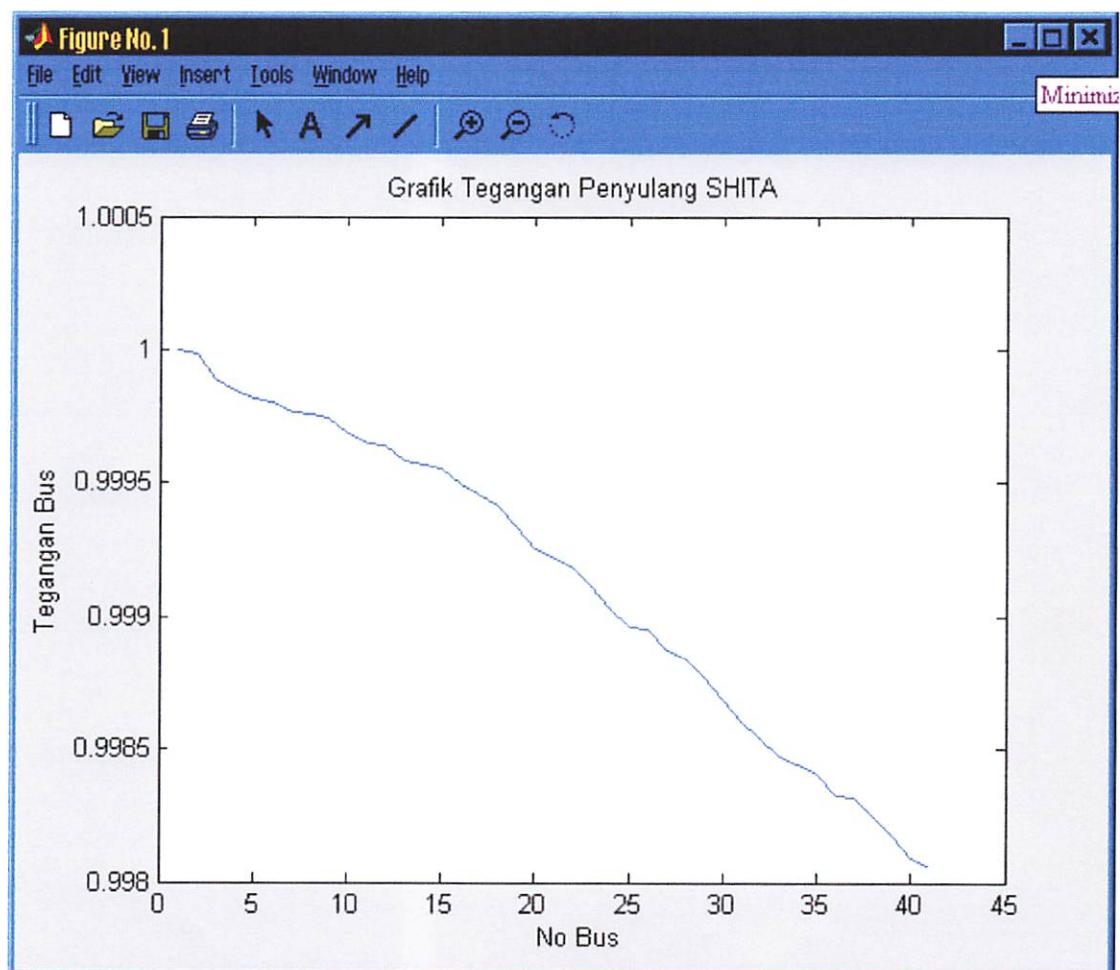
Jumlah Rugi-Rugi = $2.0575 \text{ kW} + 3.145i \text{ kVAr}$

Jumlah Bus = 41

Jumlah iterasi = 2

Waktu Hitung = 1.093 detik

Grafik 4.1.
Tegangan Dengan Menggunakan
Metode *Newton – Raphson* Pada Penyulang Shita



Jika dilihat dari Grafik 4.1 dapat dianalisa menurut penelitian nilai tegangan pada bus 1 adalah 1.00000 pu, pada bus 2 dengan nilai tegangan 0.99998 pu, pada bus 3 dengan nilai tegangan 0.99989 pu, begitu seterusnya sampai pada bus ke 41 dengan nilai tegangan 0.99809 pu

Tabel 4.2.
Hasil Perhitungan Aliran Daya
Dengan Metode *Backward – Forward* Pada Penyulang SHITA

| BUS | Tegangan | | BUS | | Daya | | Rugi | |
|-----|----------|----------|------|----|-----------|---------|-------|-------|
| | pu | | From | To | kW | kVAr | kW | kVAr |
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 1 | 2 | 1.491.578 | 886.974 | 0.019 | 0.030 |
| 2 | 0.99998 | -0.00001 | 2 | 3 | 1.491.558 | 886.944 | 0.094 | 0.144 |
| 3 | 0.99989 | -0.00005 | 3 | 4 | 1.491.464 | 886.800 | 0.047 | 0.072 |
| 4 | 0.99985 | -0.00007 | 4 | 5 | 1.491.416 | 886.728 | 0.029 | 0.045 |
| 5 | 0.99982 | -0.00009 | 5 | 6 | 1.491.387 | 886.683 | 0.016 | 0.025 |
| 6 | 0.99980 | -0.00010 | 6 | 7 | 1.491.371 | 886.658 | 0.039 | 0.060 |
| 7 | 0.99977 | -0.00011 | 7 | 8 | 1.491.332 | 886.599 | 0.013 | 0.020 |
| 8 | 0.99976 | -0.00012 | 8 | 9 | 1.491.319 | 886.579 | 0.013 | 0.020 |
| 9 | 0.99974 | -0.00013 | 9 | 10 | 1.491.306 | 886.559 | 0.063 | 0.097 |
| 10 | 0.99968 | -0.00016 | 10 | 11 | 1.491.242 | 886.462 | 0.037 | 0.057 |
| 11 | 0.99965 | -0.00017 | 11 | 12 | 1.491.205 | 886.405 | 0.006 | 0.010 |
| 12 | 0.99964 | -0.00018 | 12 | 13 | 1.491.198 | 886.395 | 0.063 | 0.097 |
| 13 | 0.99958 | -0.00020 | 13 | 14 | 1.491.135 | 886.298 | 0.013 | 0.020 |
| 14 | 0.99957 | -0.00021 | 14 | 15 | 1.491.122 | 886.278 | 0.013 | 0.020 |
| 15 | 0.99956 | -0.00022 | 15 | 16 | 1.491.109 | 886.258 | 0.067 | 0.102 |
| 16 | 0.99949 | -0.00025 | 16 | 17 | 1.491.042 | 886.156 | 0.041 | 0.062 |
| 17 | 0.99946 | -0.00027 | 17 | 18 | 1.491.001 | 886.094 | 0.044 | 0.067 |
| 18 | 0.99941 | -0.00029 | 18 | 19 | 1.490.957 | 886.026 | 0.083 | 0.127 |
| 19 | 0.99934 | -0.00033 | 19 | 20 | 1.490.874 | 885.899 | 0.083 | 0.127 |
| 20 | 0.99926 | -0.00036 | 20 | 21 | 1.490.791 | 885.773 | 0.039 | 0.060 |
| 21 | 0.99922 | -0.00038 | 21 | 22 | 1.490.752 | 885.713 | 0.041 | 0.062 |
| 22 | 0.99918 | -0.00040 | 22 | 23 | 1.490.712 | 885.651 | 0.070 | 0.107 |
| 23 | 0.99912 | -0.00043 | 23 | 24 | 1.490.642 | 885.544 | 0.096 | 0.147 |
| 24 | 0.99902 | -0.00048 | 24 | 25 | 1.490.545 | 885.397 | 0.070 | 0.107 |
| 25 | 0.99896 | -0.00051 | 25 | 26 | 1.490.475 | 885.290 | 0.008 | 0.012 |
| 26 | 0.99895 | -0.00051 | 26 | 27 | 1.490.467 | 885.277 | 0.083 | 0.127 |
| 27 | 0.99887 | -0.00055 | 27 | 28 | 1.490.384 | 885.151 | 0.039 | 0.060 |
| 28 | 0.99884 | -0.00057 | 28 | 29 | 1.490.345 | 885.091 | 0.070 | 0.107 |
| 29 | 0.99877 | -0.00060 | 29 | 30 | 1.490.275 | 884.984 | 0.090 | 0.137 |
| 30 | 0.99868 | -0.00064 | 30 | 31 | 1.490.186 | 884.847 | 0.090 | 0.137 |
| 31 | 0.99860 | -0.00069 | 31 | 32 | 1.490.096 | 884.710 | 0.068 | 0.104 |
| 32 | 0.99854 | -0.00072 | 32 | 33 | 1.490.028 | 884.606 | 0.067 | 0.102 |
| 33 | 0.99847 | -0.00075 | 33 | 34 | 1.489.961 | 884.504 | 0.033 | 0.050 |
| 34 | 0.99844 | -0.00076 | 34 | 35 | 1.489.929 | 884.454 | 0.037 | 0.057 |
| 35 | 0.99841 | -0.00078 | 35 | 36 | 1.489.891 | 884.397 | 0.086 | 0.132 |
| 36 | 0.99832 | -0.00082 | 36 | 37 | 1.489.805 | 884.265 | 0.010 | 0.015 |
| 37 | 0.99832 | -0.00083 | 37 | 38 | 1.489.795 | 884.250 | 0.078 | 0.119 |
| 38 | 0.99824 | -0.00086 | 38 | 39 | 1.489.717 | 884.130 | 0.073 | 0.112 |
| 39 | 0.99817 | -0.00090 | 39 | 40 | 1.489.644 | 884.018 | 0.085 | 0.129 |
| 40 | 0.99809 | -0.00094 | 40 | 41 | 1.489.559 | 883.889 | 0.039 | 0.060 |

Jumlah Pembangkitan = $1491.5776+886.97431i$ kVAr

Jumlah Pembebanan = $1489.52+883.8293i$ kVAr

Jumlah Rugi Saluran = $2.0578+3.1454i$ kVAr

Jumlah Bus = 41

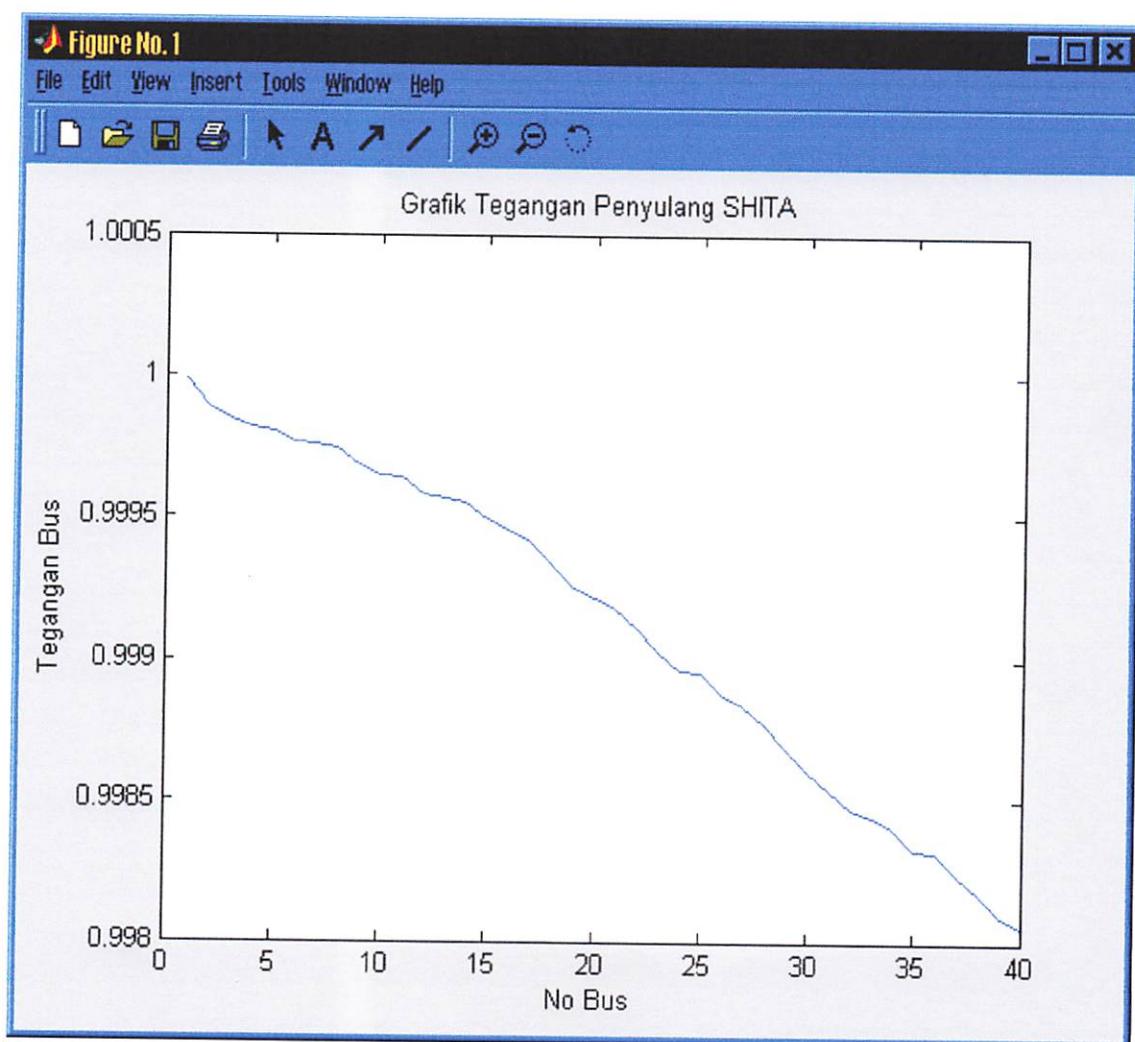
Jumlah Saluran = 41

Jumlah iterasi = 2

Waktu Hitung = 0.375 detik

Grafik 4.2.

Tegangan Dengan Menggunakan
Metode *Backward-Forward* Pada Penyalang Shita



Jika dilihat dari Grafik 4.2 dapat dianalisa menurut penelitian nilai tegangan pada bus 1 adalah 1.00000 pu, pada bus 2 dengan nilai tegangan 0.99998 pu, pada bus 3 dengan nilai tegangan 0.99989 pu, begitu seterusnya sampai pada bus ke 41 dengan nilai tegangan 0.99809 pu

Tabel 4.3.
Perbandingan Hasil Rugi-Rugi Daya
Antara Newton Raphson Dengan Backward/Forward Pada Penyulang Shita

| Rugi - Rugi Daya Menggunakan Newton Raphson | Rugi - Rugi Daya Menggunakan Backward/ Forward |
|--|---|
| 2.0575 kW + 3.1450i kVAr | 2.0578 kW + 3.1454i kVAr |

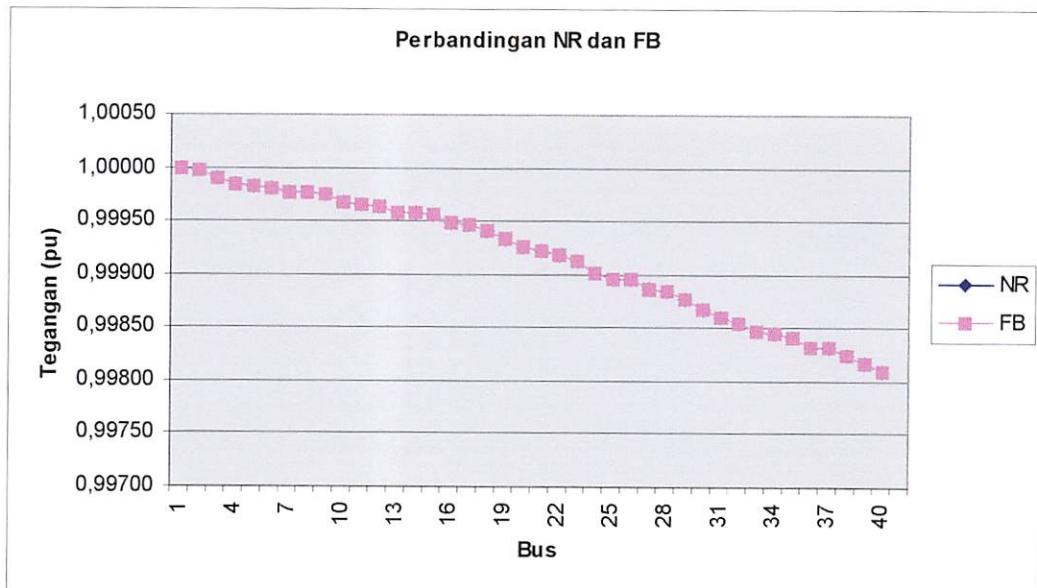
Dengan perhitungan selisih sebagai berikut:

$$\text{Selisih} = (\text{Rugi-Rugi Daya Newton Raphson} - \text{Rugi-Rugi Daya Bacward/Forward}) \times 100\% = ((2.0575 \text{ kW} + 3.1450 \text{ kVAr}) - (2.0578 \text{ kW} + 3.1454 \text{ kVAr})) \times 100\%$$

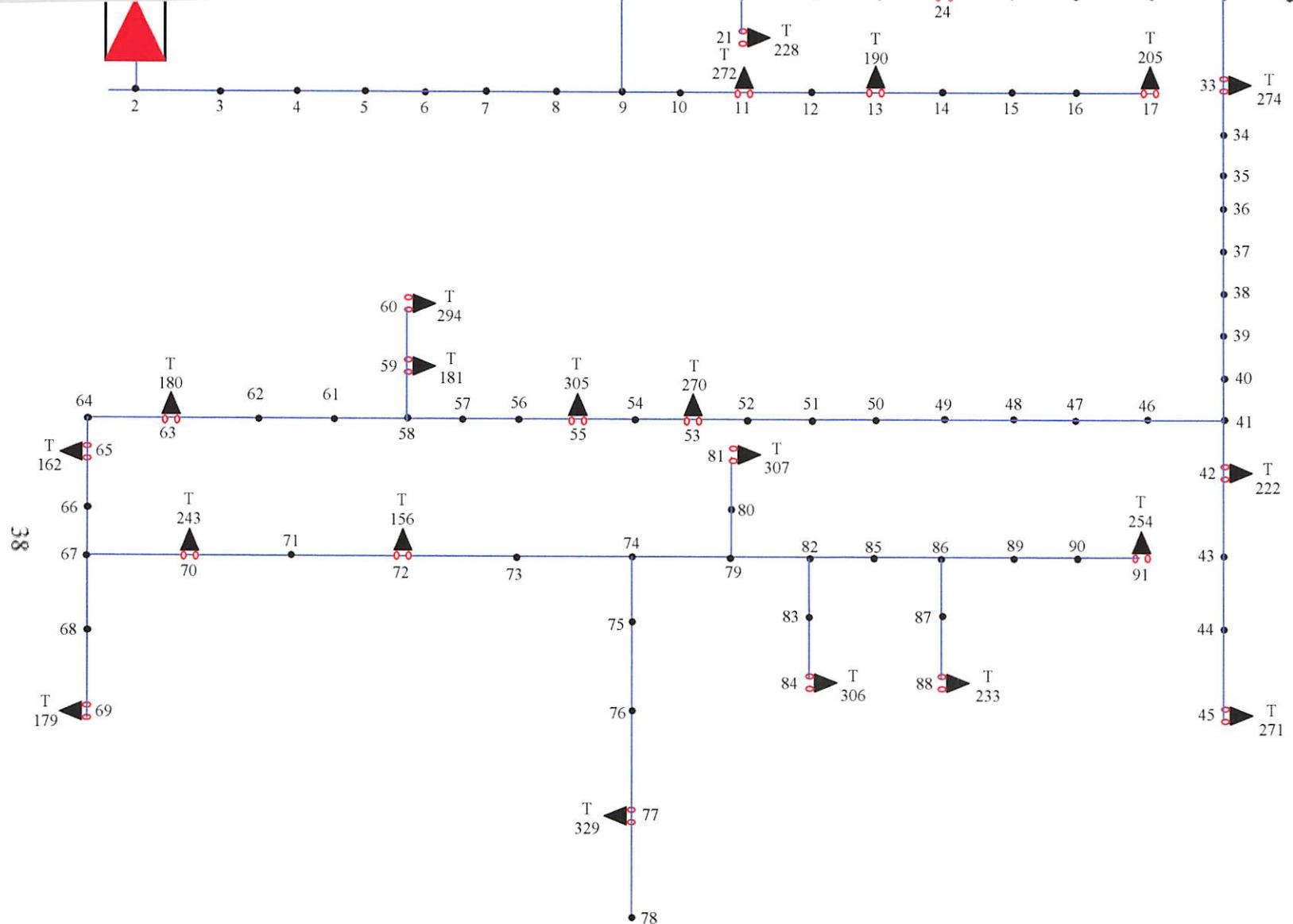
Sehingga didapatkan selisih dari rugi daya aktif : 0.03%

Sehingga didapatkan selisih dari rugi daya reaktif : 0.04%

Grafik 4.3.
Perbandingan antara Metode *Newton – Raphson* dengan
Metode *Backward-Forward* Pada Penyulang Shita



Jika dilihat dari Grafik 4.3 dapat dianalisa menurut penelitian nilai tegangan pada bus 1 adalah 1.00000 pu, pada bus 2 dengan nilai tegangan 0.99998 pu, pada bus 3 dengan nilai tegangan 0.99989 pu, begitu seterusnya sampai pada bus ke 41 dengan nilai tegangan 0.99809 pu. Dengan metode *Backward/Forward* dan *Newton Raphson* diperoleh nilai tegangan yang sama, sehingga hampir tidak ada selisih.



Gambar 4.2
Single Line Penyulang PDAB

Tabel 4.4.
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Dengan
 Menggunakan Newton Rapshon
 Pada Penyulang PDAB

| BUS | Tegangan | | BUS | | Daya | | Rugi | |
|-----|----------|----------|------|----|-----------|-----------|-------|-------|
| | pu | | From | To | kW | kVAr | kW | kVAr |
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 1 | 2 | 4.608.147 | 2.739.964 | 0.823 | 1.259 |
| 2 | 0.99975 | -0.00012 | 2 | 3 | 4.607.323 | 2.738.705 | 0.202 | 0.309 |
| 3 | 0.99969 | -0.00015 | 3 | 4 | 4.607.121 | 2.738.396 | 0.622 | 0.950 |
| 4 | 0.99950 | -0.00025 | 4 | 5 | 4.606.500 | 2.737.446 | 0.481 | 0.737 |
| 5 | 0.99935 | -0.00032 | 5 | 6 | 4.606.018 | 2.736.709 | 0.746 | 1.140 |
| 6 | 0.99912 | -0.00043 | 6 | 7 | 4.605.272 | 2.735.570 | 0.777 | 1.188 |
| 7 | 0.99888 | -0.00055 | 7 | 8 | 4.604.495 | 2.734.382 | 0.186 | 0.285 |
| 8 | 0.99883 | -0.00058 | 8 | 9 | 4.604.309 | 2.734.097 | 0.295 | 0.451 |
| 9 | 0.99874 | -0.00062 | 9 | 10 | 204.604 | 121.397 | 0.001 | 0.002 |
| 10 | 0.99873 | -0.00062 | 9 | 18 | 4.399.410 | 2.612.249 | 0.879 | 1.344 |
| 11 | 0.99872 | -0.00063 | 10 | 11 | 204.603 | 121.395 | 0.001 | 0.002 |
| 12 | 0.99871 | -0.00063 | 11 | 12 | 159.192 | 94.453 | 0.001 | 0.001 |
| 13 | 0.99871 | -0.00063 | 12 | 13 | 159.191 | 94.451 | 0.000 | 0.001 |
| 14 | 0.99871 | -0.00063 | 13 | 14 | 75.250 | 44.651 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 0.99870 | -0.00064 | 14 | 15 | 75.250 | 44.651 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.99870 | -0.00064 | 15 | 16 | 75.250 | 44.650 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.99870 | -0.00064 | 16 | 17 | 75.250 | 44.650 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.99845 | -0.00076 | 18 | 19 | 4.398.531 | 2.610.905 | 0.383 | 0.585 |
| 19 | 0.99833 | -0.00082 | 19 | 20 | 4.398.147 | 2.610.319 | 0.312 | 0.477 |
| 20 | 0.99823 | -0.00087 | 20 | 21 | 149.000 | 88.410 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 0.99823 | -0.00087 | 20 | 22 | 4.248.835 | 2.521.432 | 1.417 | 2.166 |
| 22 | 0.99776 | -0.00110 | 22 | 23 | 4.247.418 | 2.519.267 | 0.688 | 1.053 |
| 23 | 0.99753 | -0.00121 | 23 | 24 | 4.246.730 | 2.518.214 | 0.662 | 1.012 |
| 24 | 0.99731 | -0.00132 | 24 | 25 | 4.175.638 | 2.475.412 | 0.615 | 0.939 |
| 25 | 0.99711 | -0.00142 | 25 | 26 | 4.175.023 | 2.474.472 | 0.602 | 0.920 |
| 26 | 0.99690 | -0.00152 | 26 | 27 | 4.174.421 | 2.473.553 | 0.691 | 1.057 |
| 27 | 0.99667 | -0.00163 | 27 | 28 | 4.173.730 | 2.472.495 | 0.768 | 1.174 |
| 28 | 0.99641 | -0.00176 | 28 | 29 | 10.750 | 6.360 | 0.000 | 0.000 |
| 29 | 0.99641 | -0.00176 | 28 | 33 | 4.162.212 | 2.464.961 | 0.624 | 0.954 |
| 30 | 0.99641 | -0.00176 | 29 | 30 | 10.750 | 6.360 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 0.99641 | -0.00176 | 30 | 31 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 32 | 0.99641 | -0.00176 | 31 | 32 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 33 | 0.99620 | -0.00187 | 32 | 33 | 0.000 | 0.000 | 0.204 | 0.312 |
| 34 | 0.99612 | -0.00191 | 33 | 34 | 3.473.588 | 2.055.767 | 0.186 | 0.285 |
| 35 | 0.99604 | -0.00194 | 34 | 35 | 3.473.384 | 2.055.455 | 0.399 | 0.610 |
| 36 | 0.99588 | -0.00202 | 35 | 36 | 3.473.197 | 2.055.170 | 0.311 | 0.475 |
| 37 | 0.99576 | -0.00209 | 36 | 37 | 3.472.798 | 2.054.560 | 0.612 | 0.936 |
| 38 | 0.99551 | -0.00221 | 37 | 38 | 3.472.487 | 2.054.085 | 0.461 | 0.705 |
| 39 | 0.99532 | -0.00230 | 38 | 39 | 3.471.875 | 2.053.150 | 0.160 | 0.244 |

| | | | | | | | | |
|----|---------|----------|----|----|-----------|-----------|-------|-------|
| 40 | 0.99526 | -0.00233 | 39 | 40 | 3.471.413 | 2.052.444 | 0.195 | 0.298 |
| 41 | 0.99518 | -0.00237 | 40 | 41 | 3.471.254 | 2.052.200 | 0.000 | 0.000 |
| 42 | 0.99518 | -0.00237 | 41 | 42 | 185.761 | 110.221 | 0.119 | 0.182 |
| 43 | 0.99518 | -0.00237 | 41 | 46 | 3.285.298 | 1.941.681 | 0.000 | 0.000 |
| 44 | 0.99517 | -0.00237 | 42 | 43 | 96.320 | 57.150 | 0.000 | 0.000 |
| 45 | 0.99517 | -0.00238 | 43 | 44 | 96.320 | 57.150 | 0.000 | 0.000 |
| 46 | 0.99513 | -0.00240 | 44 | 45 | 96.320 | 57.150 | 0.087 | 0.134 |
| 47 | 0.99509 | -0.00242 | 46 | 47 | 3.285.179 | 1.941.498 | 0.389 | 0.595 |
| 48 | 0.99492 | -0.00250 | 47 | 48 | 3.285.091 | 1.941.365 | 0.342 | 0.522 |
| 49 | 0.99478 | -0.00257 | 48 | 49 | 3.284.702 | 1.940.770 | 0.087 | 0.134 |
| 50 | 0.99474 | -0.00259 | 49 | 50 | 3.284.360 | 1.940.247 | 0.087 | 0.134 |
| 51 | 0.99470 | -0.00261 | 50 | 51 | 3.284.272 | 1.940.113 | 0.103 | 0.158 |
| 52 | 0.99466 | -0.00263 | 51 | 52 | 3.284.185 | 1.939.980 | 0.167 | 0.255 |
| 53 | 0.99459 | -0.00266 | 52 | 53 | 3.284.082 | 1.939.822 | 0.145 | 0.221 |
| 54 | 0.99452 | -0.00270 | 53 | 54 | 2.922.715 | 1.725.246 | 0.075 | 0.116 |
| 55 | 0.99448 | -0.00272 | 54 | 55 | 2.922.570 | 1.725.025 | 0.228 | 0.348 |
| 56 | 0.99436 | -0.00278 | 55 | 56 | 2.651.595 | 1.564.170 | 0.052 | 0.079 |
| 57 | 0.99433 | -0.00279 | 56 | 57 | 2.651.367 | 1.563.821 | 0.052 | 0.079 |
| 58 | 0.99431 | -0.00280 | 57 | 58 | 2.651.315 | 1.563.742 | 0.003 | 0.005 |
| 59 | 0.99430 | -0.00281 | 58 | 59 | 579.724 | 343.997 | 0.145 | 0.222 |
| 60 | 0.99430 | -0.00281 | 58 | 61 | 2.071.540 | 1.219.666 | 0.001 | 0.002 |
| 61 | 0.99421 | -0.00285 | 59 | 60 | 400.931 | 237.902 | 0.142 | 0.217 |
| 62 | 0.99411 | -0.00290 | 61 | 62 | 2.071.394 | 1.219.444 | 0.054 | 0.082 |
| 63 | 0.99408 | -0.00292 | 62 | 63 | 2.071.252 | 1.219.227 | 0.064 | 0.098 |
| 64 | 0.99403 | -0.00294 | 63 | 64 | 1.985.198 | 1.168.125 | 0.099 | 0.151 |
| 65 | 0.99396 | -0.00298 | 64 | 65 | 1.985.134 | 1.168.027 | 0.056 | 0.086 |
| 66 | 0.99392 | -0.00300 | 65 | 66 | 1.910.736 | 1.123.786 | 0.121 | 0.185 |
| 67 | 0.99383 | -0.00304 | 66 | 67 | 1.910.679 | 1.123.700 | 0.000 | 0.001 |
| 68 | 0.99383 | -0.00304 | 67 | 68 | 216.721 | 128.592 | 0.101 | 0.155 |
| 69 | 0.99382 | -0.00304 | 67 | 70 | 1.693.837 | 994.924 | 0.001 | 0.001 |
| 70 | 0.99375 | -0.00308 | 68 | 69 | 216.720 | 128.591 | 0.013 | 0.020 |
| 71 | 0.99374 | -0.00309 | 70 | 71 | 1.585.376 | 930.479 | 0.033 | 0.051 |
| 72 | 0.99371 | -0.00310 | 71 | 72 | 1.585.363 | 930.459 | 0.102 | 0.156 |
| 73 | 0.99361 | -0.00315 | 72 | 73 | 1.519.110 | 891.118 | 0.085 | 0.130 |
| 74 | 0.99353 | -0.00319 | 73 | 74 | 1.519.008 | 890.962 | 0.004 | 0.006 |
| 75 | 0.99352 | -0.00320 | 74 | 75 | 505.691 | 300.067 | 0.048 | 0.074 |
| 76 | 0.99351 | -0.00320 | 74 | 79 | 1.013.232 | 590.766 | 0.004 | 0.005 |
| 77 | 0.99350 | -0.00321 | 75 | 76 | 505.687 | 300.060 | 0.003 | 0.005 |
| 78 | 0.99350 | -0.00321 | 76 | 77 | 505.683 | 300.055 | 0.000 | 0.000 |
| 79 | 0.99347 | -0.00322 | 79 | 80 | 1.013.184 | 590.692 | 0.005 | 0.008 |
| 80 | 0.99346 | -0.00323 | 80 | 81 | 1.013.179 | 590.684 | 0.009 | 0.014 |
| 81 | 0.99345 | -0.00323 | 81 | 82 | 998.550 | 582.000 | 0.029 | 0.044 |
| 82 | 0.99341 | -0.00325 | 82 | 83 | 17.630 | 10.460 | 0.000 | 0.000 |
| 83 | 0.99341 | -0.00325 | 82 | 85 | 980.891 | 571.496 | 0.019 | 0.029 |
| 84 | 0.99341 | -0.00325 | 83 | 84 | 17.630 | 10.460 | 0.000 | 0.000 |
| 85 | 0.99338 | -0.00327 | 85 | 86 | 980.872 | 571.467 | 0.037 | 0.057 |

| | | | | | | | | |
|----|---------|----------|----|----|---------|---------|-------|-------|
| 86 | 0.99333 | -0.00329 | 86 | 87 | 16.770 | 9.950 | 0.000 | 0.000 |
| 87 | 0.99333 | -0.00329 | 86 | 89 | 964.065 | 561.460 | 0.035 | 0.053 |
| 88 | 0.99333 | -0.00329 | 87 | 88 | 16.770 | 9.950 | 0.000 | 0.000 |
| 89 | 0.99328 | -0.00332 | 89 | 90 | 964.030 | 561.407 | 0.023 | 0.035 |
| 90 | 0.99324 | -0.00334 | 90 | 91 | 964.007 | 561.372 | 0.008 | 0.011 |

Jumlah Pembangkitan = $4608.1466 + 2739.9638i$ kVAr

Jumlah Pembebanan = $4590.66 + 2713.23i$ kVAr

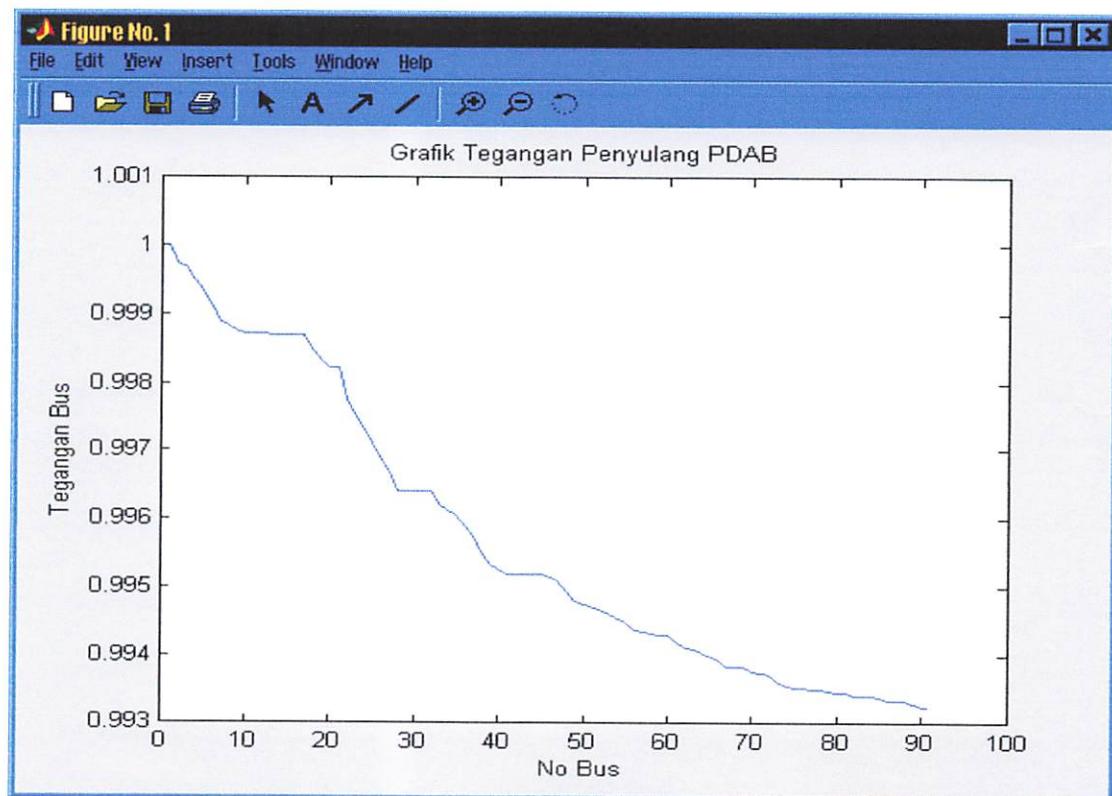
Jumlah Rugi-Rugi = $17.4866 + 26.7338i$ kVAr

Jumlah Bus = 91

Jumlah iterasi = 2

Waktu Hitung = 2.562 detik

Grafik 4.4.
Tegangan Dengan Menggunakan
Metode *Newton – Raphson* Pada Penyulang PDAB



Jika dilihat dari Grafik 4.4 dapat dianalisa menurut penelitian nilai tegangan pada bus 1 adalah 1.00000 pu, pada bus 2 dengan nilai tegangan 0.99975 pu, pada bus 3 dengan nilai tegangan 0.99969 pu, begitu seterusnya sampai pada bus ke 91 dengan nilai tegangan 0.99324 pu

4.3. Analisa Perhitungan.

Perhitungan aliran daya diawali dengan melakukan studi aliran daya dengan metode *Backward / Forward*. Untuk memudahkan perhitungan dan Analisa pada sistem tenaga. Biasanya dipakai harga – harga dalam persatuan.Harga persatuan adalah harga sebenarnya dibagi dengan harga dasar. Harga yang dipilih pada studi ini adalah 20kV sebagai harga tegangan dasar.

Tabel 4.5.
 Hasil Perhitungan Aliran Daya
 Dengan Metode Backward – Forward
 Pada Penyulang PDAB

| BUS | Tegangan | | BUS | | Daya | | Rugi | |
|-----|----------|----------|------|----|-----------|-----------|-------|-------|
| | pu | | From | To | kW | kVAr | kW | kVAr |
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 1 | 2 | 4.608.147 | 2.739.965 | 0.823 | 1.259 |
| 2 | 0.99975 | -0.00012 | 2 | 3 | 4.607.324 | 2.738.706 | 0.202 | 0.309 |
| 3 | 0.99969 | -0.00015 | 3 | 4 | 4.607.122 | 2.738.397 | 0.622 | 0.950 |
| 4 | 0.99950 | -0.00025 | 4 | 5 | 4.606.500 | 2.737.447 | 0.481 | 0.737 |
| 5 | 0.99935 | -0.00032 | 5 | 6 | 4.606.019 | 2.736.711 | 0.746 | 1.140 |
| 6 | 0.99912 | -0.00043 | 6 | 7 | 4.605.273 | 2.735.571 | 0.777 | 1.188 |
| 7 | 0.99888 | -0.00055 | 7 | 8 | 4.604.496 | 2.734.383 | 0.186 | 0.285 |
| 8 | 0.99883 | -0.00058 | 8 | 9 | 4.604.310 | 2.734.098 | 0.295 | 0.451 |
| 9 | 0.99874 | -0.00062 | 9 | 10 | 204.604 | 121.397 | 0.001 | 0.002 |
| 10 | 0.99873 | -0.00062 | 9 | 18 | 4.399.411 | 2.612.250 | 0.879 | 1.344 |
| 11 | 0.99872 | -0.00063 | 10 | 11 | 204.603 | 121.395 | 0.001 | 0.002 |
| 12 | 0.99871 | -0.00063 | 11 | 12 | 159.192 | 94.453 | 0.001 | 0.001 |
| 13 | 0.99871 | -0.00063 | 12 | 13 | 159.191 | 94.451 | 0.000 | 0.001 |
| 14 | 0.99871 | -0.00063 | 13 | 14 | 75.250 | 44.651 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 0.99870 | -0.00064 | 14 | 15 | 75.250 | 44.651 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.99870 | -0.00064 | 15 | 16 | 75.250 | 44.650 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.99870 | -0.00064 | 16 | 17 | 75.250 | 44.650 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.99845 | -0.00076 | 18 | 19 | 4.398.531 | 2.610.906 | 0.383 | 0.585 |
| 19 | 0.99833 | -0.00082 | 19 | 20 | 4.398.148 | 2.610.320 | 0.312 | 0.477 |
| 20 | 0.99823 | -0.00087 | 20 | 21 | 149.000 | 88.410 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 0.99823 | -0.00087 | 20 | 22 | 4.248.836 | 2.521.433 | 1.417 | 2.166 |
| 22 | 0.99776 | -0.00110 | 22 | 23 | 4.247.419 | 2.519.267 | 0.688 | 1.053 |
| 23 | 0.99753 | -0.00121 | 23 | 24 | 4.246.731 | 2.518.215 | 0.662 | 1.012 |
| 24 | 0.99731 | -0.00132 | 24 | 25 | 4.175.639 | 2.475.412 | 0.615 | 0.939 |
| 25 | 0.99711 | -0.00142 | 25 | 26 | 4.175.024 | 2.474.473 | 0.602 | 0.920 |
| 26 | 0.99690 | -0.00152 | 26 | 27 | 4.174.422 | 2.473.553 | 0.691 | 1.057 |
| 27 | 0.99667 | -0.00163 | 27 | 28 | 4.173.731 | 2.472.496 | 0.768 | 1.174 |
| 28 | 0.99641 | -0.00176 | 28 | 29 | 10.750 | 6.360 | 0.000 | 0.000 |
| 29 | 0.99641 | -0.00176 | 28 | 33 | 4.162.213 | 2.464.962 | 0.624 | 0.954 |
| 30 | 0.99641 | -0.00176 | 29 | 30 | 10.750 | 6.360 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 0.99641 | -0.00176 | 30 | 31 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 32 | 0.99641 | -0.00176 | 31 | 32 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 33 | 0.99620 | -0.00187 | 33 | 34 | 3.473.589 | 2.055.768 | 0.204 | 0.312 |
| 34 | 0.99612 | -0.00191 | 34 | 35 | 3.473.385 | 2.055.456 | 0.186 | 0.285 |
| 35 | 0.99604 | -0.00194 | 35 | 36 | 3.473.199 | 2.055.171 | 0.399 | 0.610 |
| 36 | 0.99588 | -0.00202 | 36 | 37 | 3.472.799 | 2.054.561 | 0.311 | 0.475 |
| 37 | 0.99576 | -0.00209 | 37 | 38 | 3.472.489 | 2.054.086 | 0.612 | 0.936 |
| 38 | 0.99551 | -0.00221 | 38 | 39 | 3.471.876 | 2.053.150 | 0.461 | 0.705 |
| 39 | 0.99532 | -0.00230 | 39 | 40 | 3.471.415 | 2.052.445 | 0.160 | 0.244 |
| 40 | 0.99526 | -0.00233 | 40 | 41 | 3.471.255 | 2.052.200 | 0.195 | 0.298 |
| 41 | 0.99518 | -0.00237 | 41 | 42 | 185.761 | 110.221 | 0.000 | 0.000 |
| 42 | 0.99518 | -0.00237 | 41 | 46 | 3.285.299 | 1.941.681 | 0.119 | 0.182 |

| | | | | | | | | |
|----|---------|----------|----|----|-----------|-----------|-------|-------|
| 43 | 0.99518 | -0.00237 | 42 | 43 | 96.320 | 57.150 | 0.000 | 0.000 |
| 44 | 0.99517 | -0.00237 | 43 | 44 | 96.320 | 57.150 | 0.000 | 0.000 |
| 45 | 0.99517 | -0.00238 | 44 | 45 | 96.320 | 57.150 | 0.000 | 0.000 |
| 46 | 0.99513 | -0.00240 | 46 | 47 | 3.285.180 | 1.941.499 | 0.087 | 0.134 |
| 47 | 0.99509 | -0.00242 | 47 | 48 | 3.285.093 | 1.941.365 | 0.389 | 0.595 |
| 48 | 0.99492 | -0.00250 | 48 | 49 | 3.284.703 | 1.940.770 | 0.342 | 0.522 |
| 49 | 0.99478 | -0.00257 | 49 | 50 | 3.284.362 | 1.940.247 | 0.087 | 0.134 |
| 50 | 0.99474 | -0.00259 | 50 | 51 | 3.284.274 | 1.940.114 | 0.087 | 0.134 |
| 51 | 0.99470 | -0.00261 | 51 | 52 | 3.284.187 | 1.939.980 | 0.103 | 0.158 |
| 52 | 0.99466 | -0.00263 | 52 | 53 | 3.284.083 | 1.939.822 | 0.167 | 0.255 |
| 53 | 0.99459 | -0.00266 | 53 | 54 | 2.922.716 | 1.725.247 | 0.145 | 0.221 |
| 54 | 0.99452 | -0.00270 | 54 | 55 | 2.922.572 | 1.725.025 | 0.075 | 0.116 |
| 55 | 0.99448 | -0.00272 | 55 | 56 | 2.651.596 | 1.564.170 | 0.228 | 0.348 |
| 56 | 0.99436 | -0.00278 | 56 | 57 | 2.651.368 | 1.563.821 | 0.052 | 0.079 |
| 57 | 0.99433 | -0.00279 | 57 | 58 | 2.651.317 | 1.563.742 | 0.052 | 0.079 |
| 58 | 0.99431 | -0.00280 | 58 | 59 | 579.724 | 343.997 | 0.003 | 0.005 |
| 59 | 0.99430 | -0.00281 | 58 | 61 | 2.071.541 | 1.219.666 | 0.145 | 0.222 |
| 60 | 0.99430 | -0.00281 | 59 | 60 | 400.931 | 237.902 | 0.001 | 0.002 |
| 61 | 0.99421 | -0.00285 | 61 | 62 | 2.071.395 | 1.219.444 | 0.142 | 0.217 |
| 62 | 0.99411 | -0.00290 | 62 | 63 | 2.071.253 | 1.219.227 | 0.054 | 0.082 |
| 63 | 0.99408 | -0.00292 | 63 | 64 | 1.985.199 | 1.168.125 | 0.064 | 0.098 |
| 64 | 0.99403 | -0.00294 | 64 | 65 | 1.985.135 | 1.168.027 | 0.099 | 0.151 |
| 65 | 0.99396 | -0.00298 | 65 | 66 | 1.910.737 | 1.123.786 | 0.056 | 0.086 |
| 66 | 0.99392 | -0.00300 | 66 | 67 | 1.910.680 | 1.123.700 | 0.121 | 0.185 |
| 67 | 0.99383 | -0.00304 | 67 | 68 | 216.721 | 128.592 | 0.000 | 0.001 |
| 68 | 0.99383 | -0.00304 | 67 | 70 | 1.693.838 | 994.924 | 0.101 | 0.155 |
| 69 | 0.99382 | -0.00304 | 68 | 69 | 216.721 | 128.591 | 0.001 | 0.001 |
| 70 | 0.99375 | -0.00308 | 70 | 71 | 1.585.377 | 930.479 | 0.013 | 0.020 |
| 71 | 0.99374 | -0.00309 | 71 | 72 | 1.585.364 | 930.459 | 0.033 | 0.051 |
| 72 | 0.99371 | -0.00310 | 72 | 73 | 1.519.111 | 891.118 | 0.102 | 0.156 |
| 73 | 0.99361 | -0.00315 | 73 | 74 | 1.519.009 | 890.962 | 0.085 | 0.130 |
| 74 | 0.99353 | -0.00319 | 74 | 75 | 505.691 | 300.067 | 0.004 | 0.006 |
| 75 | 0.99352 | -0.00320 | 74 | 79 | 1.013.233 | 590.766 | 0.048 | 0.074 |
| 76 | 0.99351 | -0.00320 | 75 | 76 | 505.687 | 300.060 | 0.004 | 0.005 |
| 77 | 0.99350 | -0.00321 | 76 | 77 | 505.683 | 300.055 | 0.003 | 0.005 |
| 78 | 0.99350 | -0.00321 | 77 | 78 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 79 | 0.99347 | -0.00322 | 79 | 80 | 1.013.185 | 590.692 | 0.005 | 0.008 |
| 80 | 0.99346 | -0.00323 | 80 | 81 | 1.013.180 | 590.684 | 0.009 | 0.014 |
| 81 | 0.99345 | -0.00323 | 81 | 82 | 998.550 | 582.000 | 0.029 | 0.044 |
| 82 | 0.99341 | -0.00325 | 82 | 83 | 17.630 | 10.460 | 0.000 | 0.000 |
| 83 | 0.99341 | -0.00325 | 82 | 85 | 980.892 | 571.496 | 0.019 | 0.029 |
| 84 | 0.99341 | -0.00325 | 83 | 84 | 17.630 | 10.460 | 0.000 | 0.000 |
| 85 | 0.99338 | -0.00327 | 85 | 86 | 980.873 | 571.467 | 0.037 | 0.057 |
| 86 | 0.99333 | -0.00329 | 86 | 87 | 16.770 | 9.950 | 0.000 | 0.000 |
| 87 | 0.99333 | -0.00329 | 86 | 89 | 964.065 | 561.460 | 0.035 | 0.053 |
| 88 | 0.99333 | -0.00329 | 87 | 88 | 16.770 | 9.950 | 0.000 | 0.000 |
| 89 | 0.99328 | -0.00332 | 89 | 90 | 964.031 | 561.407 | 0.023 | 0.035 |
| 90 | 0.99324 | -0.00334 | 90 | 91 | 964.008 | 561.371 | 0.008 | 0.011 |

Jumlah Pembangkitan = $4608.1473 + 2739.9649i$ kVAr

Jumlah Pembebanan = $4590.66 + 2713.23i$ kVAr

Jumlah Rugi Saluran = $17.4944 + 26.7457i$ kVAr

Jumlah Bus = 91

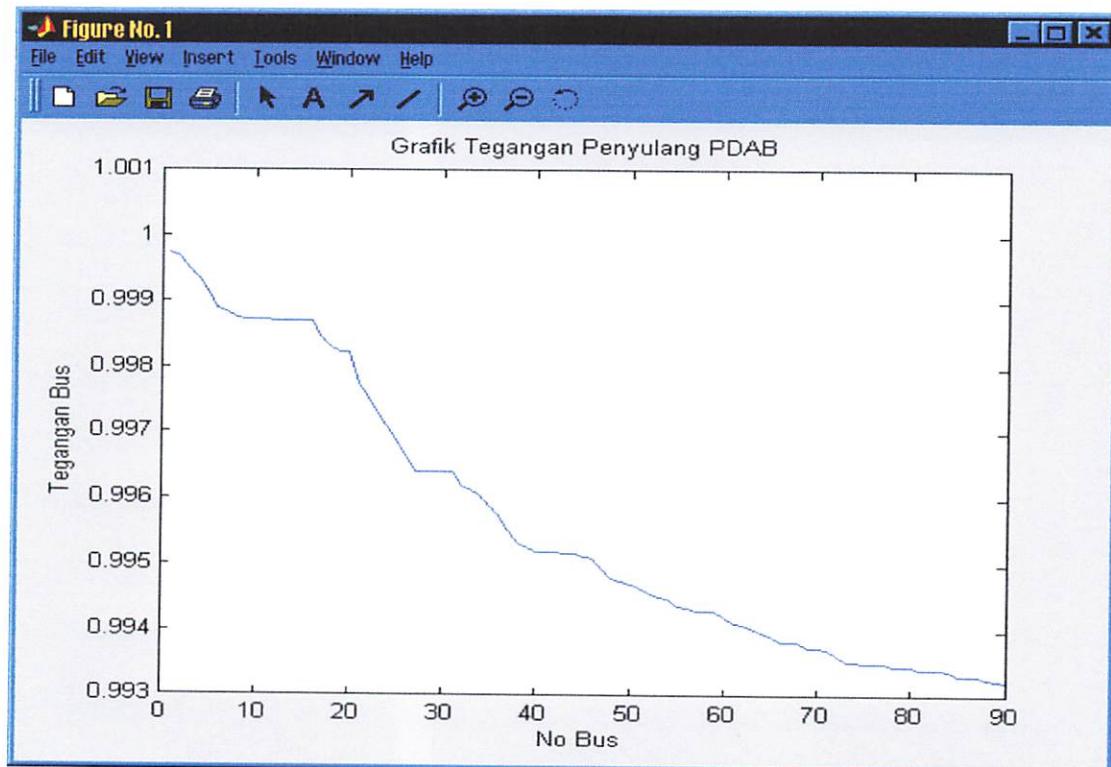
Jumlah Saluran = 91

Jumlah iterasi = 2

Waktu Hitung = 1.735 detik

Grafik 4.5.

Tegangan Dengan Menggunakan
Metode *Backward-Forward* Pada Penyulang PDAB



Jika dilihat dari Grafik 4.5 dapat dianalisa menurut penelitian nilai tegangan pada bus 1 adalah 1.00000 pu, pada bus 2 dengan nilai tegangan 0.99975 pu, pada bus 3 dengan nilai tegangan 0.99969 pu, begitu seterusnya sampai pada bus ke 91 dengan nilai tegangan 0.99324 pu

Tabel 4.6.
Perbandingan Hasil Rugi-Rugi Daya
Antara Newton Raphson Dengan Backward/Forward Pada Penyulang PDAB

| Rugi - Rugi Daya Menggunakan Newton Raphson | Rugi - Rugi Daya Menggunakan Backward/ Forward |
|--|---|
| 17.4866 kW + 26.7338i kVAr | 17.4944 kW + 26.7457i kVAr |

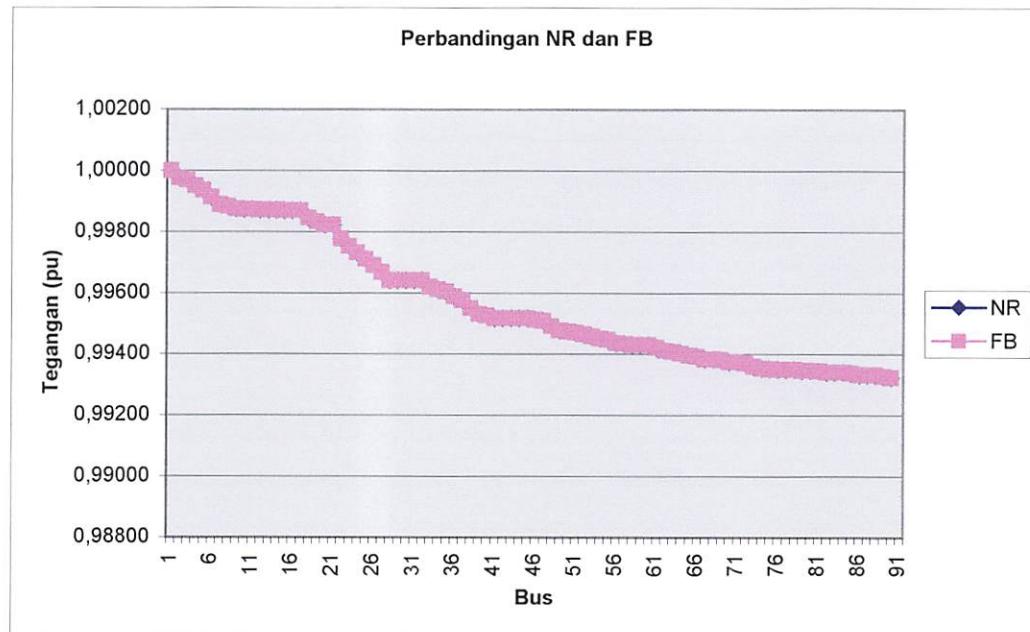
Dengan perhitungan selisih sebagai berikut:

$$\text{Selisih} = (\text{Rugi-Rugi Daya Newton Raphson} - \text{Rugi-Rugi Daya Bacward/Forward}) \times 100\% = ((17.4866 \text{ kW} + 26.7338i \text{ kVAr}) - (17.4944 \text{ kW} + 26.7457i \text{ kVAr})) \times 100\%$$

Sehingga didapatkan selisih dari rugi daya aktif : 0.78%

Sehingga didapatkan selisih dari rugi daya reaktif : 1.19%

Grafik 4.6.
Perbandingan antara Metode *Newton – Raphson* dengan
Metode Backward-Forward Pada Penyulang PDAB



Jika dilihat dari Grafik 4.6 dapat dianalisa menurut penelitian nilai tegangan pada bus 1 adalah 1.00000 pu, pada bus 2 dengan nilai tegangan 0.99975 pu, pada bus 3 dengan nilai tegangan 0.99969 pu, begitu seterusnya sampai pada bus ke 91 dengan nilai tegangan 0.99324 pu. Dengan metode Backward/Forward dan Newton Raphson diperoleh nilai tegangan yang sama, sehingga hampir tidak ada selisih.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan beberapa analisa Aliran Daya untuk keandalan operasional pada Gardu Induk PIER PASURUAN dengan menggunakan Metode *Backward-Fordward* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pada hasil program diatas diperoleh tegangan pada tiap *node* yang masih dalam batasan yang diijinkan.
2. Jika dilihat pada penyulang shita waktu kompensasi yang dibutuhkan untuk proses perhitungan dengan metode *Backward-Fordward* 0,375 detik, relatif lebih cepat dibandingkan dengan *Newton Raphson* yang membutuhkan waktu kompensasi 1,093 dengan selisih waktu kompensasi 0,718 detik. Dan dengan perolehan yang relatif sama dengan metode *Backward-Fordward* diperoleh rugi-rugi daya sebesar $2.0578 \text{ kW} + 3.1454 \text{ kVAr}$,relatif lebih besar dibanding dengan *Newton Raphson* diperoleh rugi-rugi daya sebesar $2.0575 \text{ kW} + 3.1450 \text{ kVAr}$ dengan selisih sebesar 0.03 %
3. Jika dilihat pada penyulang PDAB waktu kompensasi yang dibutuhkan untuk proses perhitungan dengan metode *Backward-Fordward* 1,735 detik, relatif lebih cepat dibandingkan dengan *Newton Raphson* yang membutuhkan waktu kompensasi 2,562 detik dengan selisih waktu kompensasi 0,827 detik Dan dengan perolehan yang relatif sama dengan metode *Backward-Fordward* diperoleh rugi-rugi daya sebesar $17.4944 \text{ kW} + 26.7457i \text{ kVAr}$, relatif lebih besar dibanding dengan *Newton Raphson* diperoleh rugi-rugi daya sebesar $17.4866 \text{ kW} + 26.7338i \text{ kVAr}$ dengan selisih sebesar 0.78 %

4. Jika dilihat dari rumus *Backward-Fordward* mempunyai rumus yang relatif mudah dan sederhana dibanding *Newton Raphson* dengan perolehan hasil yang relatif sama.
5. Jadi Metode *Backward-Fordward* dapat dijadikan sebagai metode alternatif untuk menyelesaikan aliran daya

5.2. Saran

Bahwa model baru *PV nodes* pada jaringan distribusi dengan menggunakan metode *backward-forward* dapat digunakan dan dikembangkan sebagai metode alternatif selain metode yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antonino Augugliaro,"*A New Model Of PV Nodes In Distribution Networks Backward/Fordward Analysis*",Universita di Palermo,Italia.
- [2] D. Das, H. S. Nagi, A. Kalam, "*Novel Method For Solving Radial Distribution Networks*",IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib., vol. 141 (4), July 1994, 291 – 298.
- [3] Djiteng Marsudi,"*Operasi Sistem Tenaga Listrik*",Balai Penerbit dan Humas ISTN,1990
- [4] Hasan Basri, Ir,"*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*",Balai Penerbit dan Humas ISTN bumi srengseng Indah PS.Minggu,Jakarta Selatan,1996
- [5] Data PT.PLN UPJ BANGIL PASURUAN
- [6] Sri Kusumadewi,"*Artificial Intelligence*",Balai Penerbit Graha Ilmu,2003
- [7] William D Stevenson,Jr,"*Analisa Sistem Tenaga*",Penerbit Erlangga edisi keempat,1996

"LAMPIRAN"





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Erma Andriani
NIM : 0012038
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Analisa Model Baru *PV Nodes* Pada Jaringan
Distribusi Dengan Metode *Backward/Forward*

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)
pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 21 Maret 2007
Dengan Nilai : A (82,00) *say*

PANITIA UJIAN SKRIPSI



Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 810 0036

SEKRETARIS


Ir. F. Yudi Limpraptono, M.T.
NIP.Y. 103 950 0274

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I



Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP.Y 101 880 0190

PENGUJI II



Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y 102 840 0082



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Erma Andriani
NIM : 0012038
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Analisa Model Baru *PV Nodes* Pada
Jaringan Distribusi Dengan Metode
Backward/Forward

Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Rabu / 21 Maret 2007

| No | Materi Perbaikan | Paraf |
|----|-----------------------------------|-------|
| 1 | Abstraksi | |
| 2 | Sesuaikan Dengan Petunjuk Penguji | |
| 3 | Harus Ada Benang Merah | |

Diperiksa/ Disetujui
Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y. 102 840 0082

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y. 101 880 0189



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : *Fina Andriani*
NIM : *0012 628*
Perbaikan meliputi :

- Abstrak perbaiki
- Suaikan dg petunjuk penugasan
- Tulis ada bawang merah.

Malang,

(_____)

FORMULIR PENDAFTARAN UJIAN SKRIPSI

| | |
|-------------------|---|
| a | : ERMA ANDRIANI |
| | : 0012038 |
| itas | : Teknologi Industri |
| an/Konsentrasi | : Teknik Elektro / T.Energi Listrik / T. Elektronika |
| ng Program | : Strata Satu (S-1) |
| at di Malang | : Perum Bedali Indah JL. Wigyo Kusuma C19 No: 21 |
| penulisan Skripsi | : 1 Tahun |
| n pembimbing | : Ir. Yusuf. Ismail Nahdoe MT. |
| l Skripsi | : Analisa Model Baru PV Nodes Pada Jaringan Distribusi Dengan Metode Backward / Forward Di GI PIEK PASURUAN |

yarat yang harus dipenuhi **)

| Persyaratan | Paraf* |
|--|--------|
| Telah mengumpulkan 140 sks dengan IPK \geq 2 | |
| Tidak ada nilai E | |
| Telah menyelesaikan/mengumpulkan Laporan Praktek Kerja | |
| Telah menempuh semua praktikum yang di syaratkan Jurusan | |
| Mengumpulkan Buku Skripsi yang telah ditandatangani Dosen pembimbing rangkap 3 | |
| Menyerahkan Surat Puas Bimbingan Skripsi dari pembimbing Ybs. | |
| Menyerahkan kartu seminar yg di tanda tangani Jurusan | |
| Telah melunasi persyaratan administrasi (kwitansi warna kuning Rp. 100.000) | |

Malang, 20 - 3 - 2007

Mengetahui
Kajur/Sekjkr

F. YUDI LIMPRAPTONO, MT) *bfy*
NIP. X. 1039500274

Mahasiswa ybs,

(ERMA. ANDRIANI)

tatan :
*) Diparaf Sekretaris Jurusan
**) Lampirkan bukti persyaratan yang diperlukan

ntan

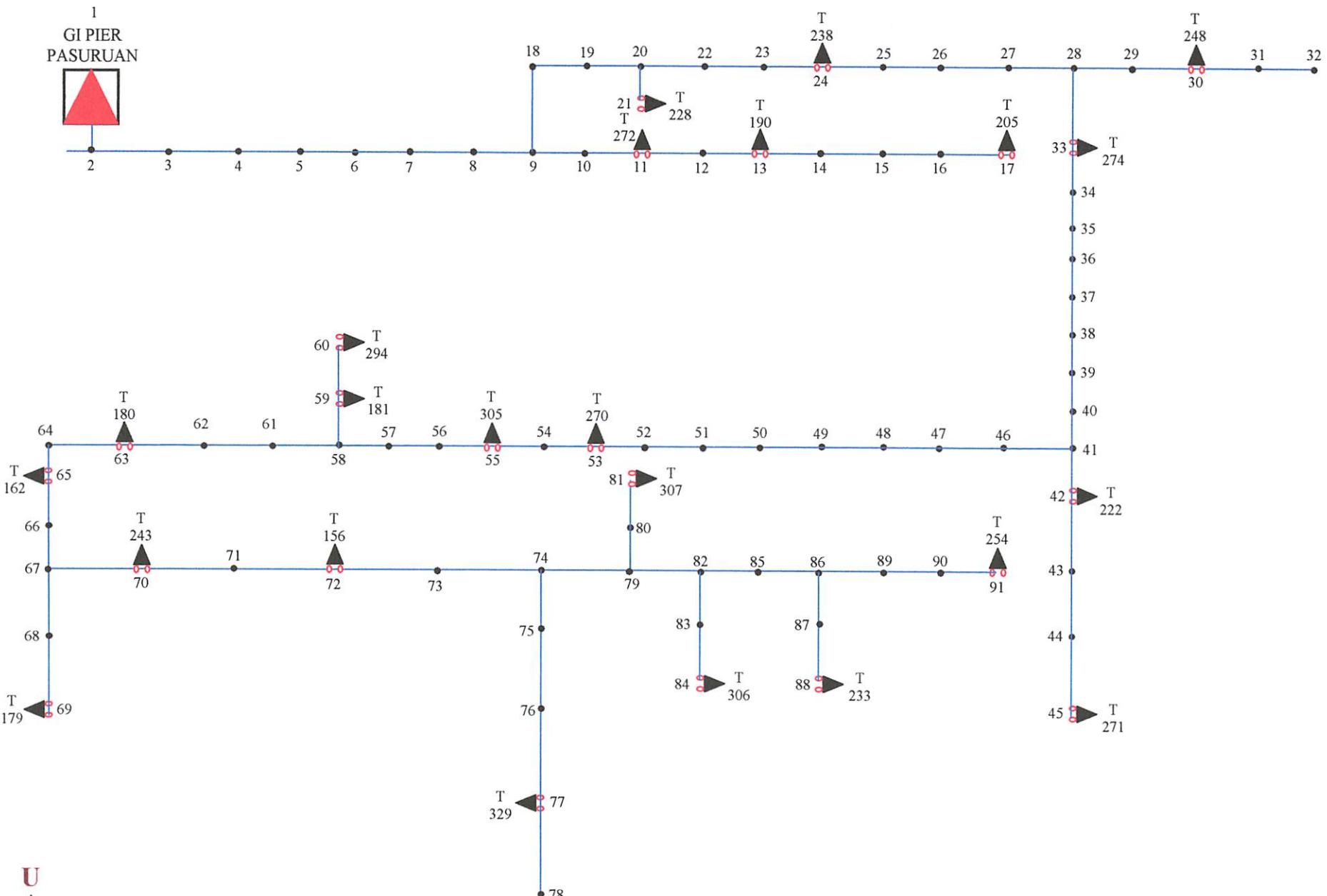
Diparaf Transmisi Angka ✓ (Surat)

JAMPIRAN

DATA PDAB^[5]

| NO IODE | NO GARDU | KAPASITAS | %BEBAN | P | Q | JARAK (m) | IMPEDANSI (ohm/km) | | R | X |
|------------|-------------|-----------|--------|-------|--------|----------------|----------------------|--------|---------|-----------|
| | | | | | | | R | X | | |
| 1 | - | - | - | - | - | 13 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00281 | J 0,00430 |
| 2 | - | - | - | - | - | 40 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00865 | J 0,01322 |
| 3 | - | - | - | - | - | 31 | 0,2162 | 0,3305 | 0,0067 | J 0,01025 |
| 4 | - | - | - | - | - | 48 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01038 | J 0,01586 |
| 5 | - | - | - | - | - | 50 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01081 | J 0,01653 |
| 6 | - | - | - | - | - | 12 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00259 | J 0,00397 |
| 7 | - | - | - | - | - | 19 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00411 | J 0,00628 |
| 8 | - | - | - | - | - | 36 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00778 | J 0,00119 |
| 9 | 272 | 160 | 33 | 45.41 | 26.94 | 44 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00951 | J 0,01454 |
| 10 | 190 | 160 | 61 | 83.94 | 49.8 | 52 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01124 | J 0,01719 |
| 11 | 190 | 160 | 61 | 83.94 | 49.8 | 23 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00497 | J 0,00760 |
| 12 | - | - | - | - | - | 13 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00281 | J 0,00430 |
| 13 | - | - | - | - | - | 25 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00541 | J 0,00826 |
| 14 | 205 | 250 | 25 | 75.25 | 44.65 | 36 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00778 | J 0,01190 |
| 15 | 205 | 250 | 25 | 75.25 | 44.65 | 24 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00519 | J 0,00793 |
| 16 | - | - | - | - | - | 62 | 0,2162 | 0,3305 | 0,0134 | J 0,02049 |
| 17 | - | - | - | - | - | 27 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00584 | J 0,00893 |
| 18 | - | - | - | - | - | 22 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00476 | J 0,00727 |
| 19 | 228 | 315 | 61 | 149 | 88.41 | 18 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00389 | J 0,00595 |
| 20 | - | - | - | - | - | 107 | 0,2162 | 0,3305 | 0,02313 | J 0,03536 |
| 21 | - | - | - | - | - | 52 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01124 | J 0,01719 |
| 22 | 238 | 630 | 13 | 70.43 | 41.79 | 50 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01081 | J 0,01653 |
| 23 | - | - | - | - | - | 48 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01038 | J 0,01586 |
| 24 | - | - | - | - | - | 47 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01016 | J 0,01553 |
| 25 | - | - | - | - | - | 54 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01167 | J 0,01785 |
| 26 | - | - | - | - | - | 60 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01297 | J 0,01983 |
| 27 | - | - | - | - | - | 51 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01103 | J 0,01686 |
| 28 | 248 | 50 | 23 | 10.75 | 6.36 | 55 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01189 | J 0,00182 |
| 29 | - | - | - | - | - | 66 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01427 | J 0,02181 |
| 30 | - | - | - | - | - | 38 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00822 | J 0,01256 |
| 31 | 274 | 1600 | 71 | 688 | 408.24 | 49 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01059 | J 0,01619 |
| 32 | - | - | - | - | - | 23 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00497 | J 0,00760 |
| 33 | - | - | - | - | - | 21 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00454 | J 0,00694 |
| 34 | - | - | - | - | - | 45 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00973 | J 0,01487 |
| 35 | - | - | - | - | - | 35 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00757 | J 0,01157 |
| 36 | - | - | - | - | - | 69 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01492 | J 0,02280 |
| 37 | - | - | - | - | - | 52 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01124 | J 0,01719 |
| 38 | - | - | - | - | - | 18 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00389 | J 0,00595 |
| 39 | - | - | - | - | - | 22 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00476 | J 0,00727 |
| 40 | 222 | 200 | 52 | 89.44 | 53.07 | 10 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00216 | J 0,00331 |
| 41 | 222 | 200 | 52 | 89.44 | 53.07 | 18 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00389 | J 0,00595 |
| 42 | 271 | 200 | 56 | 96.32 | 57.15 | 17 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00368 | J 0,00562 |
| 43 | 271 | 200 | 56 | 96.32 | 57.15 | 11 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00238 | J 0,00364 |
| 44 | - | - | - | - | - | 15 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00324 | J 0,00496 |
| 45 | - | - | - | - | - | 11 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00238 | J 0,00364 |
| 46 | - | - | - | - | - | 49 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01059 | J 0,01619 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|--------|--------|----|--------|--------|---------|-----------|
| 47 | - | - | - | - | - | 43 | 0,2162 | 0,3305 | 0,0093 | J 0,01421 |
| 48 | - | - | - | - | - | 11 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00238 | J 0,00364 |
| 49 | - | - | - | - | - | 11 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00238 | J 0,00364 |
| 50 | - | - | - | - | - | 13 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00281 | J 0,00430 |
| 51 | 270 | 700 | 81 | 361.2 | 214.32 | 21 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00454 | J 0,06941 |
| 52 | - | - | - | - | - | 23 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00497 | J 0,00760 |
| 53 | 305 | 630 | 67 | 270.9 | 160.74 | 12 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00259 | J 0,00397 |
| 54 | - | - | - | - | - | 44 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00951 | J 0,01454 |
| 55 | - | - | - | - | - | 10 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00216 | J 0,00335 |
| 56 | - | - | - | - | - | 10 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00216 | J 0,00335 |
| 57 | 181 | 630 | 33 | 178.8 | 106.1 | 12 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00259 | J 0,00397 |
| 58 | 294 | 630 | 74 | 400.9 | 237.9 | 11 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00238 | J 0,00364 |
| 59 | - | - | - | - | - | 46 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00995 | J 0,01520 |
| 60 | - | - | - | - | - | 45 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00973 | J 0,01487 |
| 61 | 180 | 200 | 50 | 86 | 51.02 | 17 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00368 | J 0,00562 |
| 62 | - | - | - | - | - | 22 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00476 | J 0,00727 |
| 63 | 162 | 160 | 54 | 74.3 | 44.09 | 34 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00735 | J 0,01124 |
| 64 | 162 | 160 | 54 | 74.3 | 44.09 | 21 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00454 | J 0,00694 |
| 65 | - | - | - | - | - | 45 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00973 | J 0,01487 |
| 66 | - | - | - | - | - | 14 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00303 | J 0,00463 |
| 67 | 179 | 400 | 63 | 216.7 | 128.6 | 15 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00324 | J 0,00496 |
| 68 | 243 | 630 | 20 | 108.4 | 64.29 | 48 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01038 | J 0,01586 |
| 69 | 156 | 100 | 77 | 66.22 | 39.29 | 7 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00151 | J 0,00231 |
| 70 | 156 | 100 | 77 | 66.22 | 39.29 | 18 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00389 | J 0,00595 |
| 71 | - | - | - | - | - | 60 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01297 | J 0,01983 |
| 72 | - | - | - | - | - | 50 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01081 | J 0,01653 |
| 73 | - | - | - | - | - | 22 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00476 | J 0,00727 |
| 74 | - | - | - | - | - | 19 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00411 | J 0,00628 |
| 75 | 329 | 1400 | 78 | 505.68 | 300.05 | 17 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00368 | J 0,00562 |
| 76 | 329 | 1400 | 78 | 505.68 | 300.05 | 17 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00368 | J 0,00562 |
| 77 | - | - | - | - | - | 64 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01384 | J 0,02115 |
| 78 | 307 | 50 | 34 | 14.62 | 8.67 | 7 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00151 | J 0,02115 |
| 79 | 307 | 50 | 34 | 14.62 | 8.67 | 12 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00259 | J 0,00397 |
| 80 | - | - | - | - | - | 39 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00843 | J 0,01289 |
| 81 | 306 | 50 | 41 | 17.63 | 10.46 | 10 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00216 | J 0,00335 |
| 82 | 306 | 50 | 41 | 17.63 | 10.46 | 22 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00476 | J 0,00727 |
| 83 | - | - | - | - | - | 27 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00584 | J 0,00893 |
| 84 | - | - | - | - | - | 53 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01146 | J 0,01752 |
| 85 | 233 | 25 | 78 | 16.77 | 9.95 | 18 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00389 | J 0,00595 |
| 86 | 233 | 25 | 78 | 16.77 | 9.95 | 17 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00368 | J 0,00562 |
| 87 | - | - | - | - | - | 51 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01103 | J 0,01686 |
| 88 | 254 | 2200 | 46 | 964 | 561.36 | 34 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00735 | J 0,01124 |
| 89 | 254 | 2200 | 46 | 964 | 561.36 | 11 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00238 | J 0,00364 |
| 90 | - | - | - | - | - | 69 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01492 | J 0,02280 |

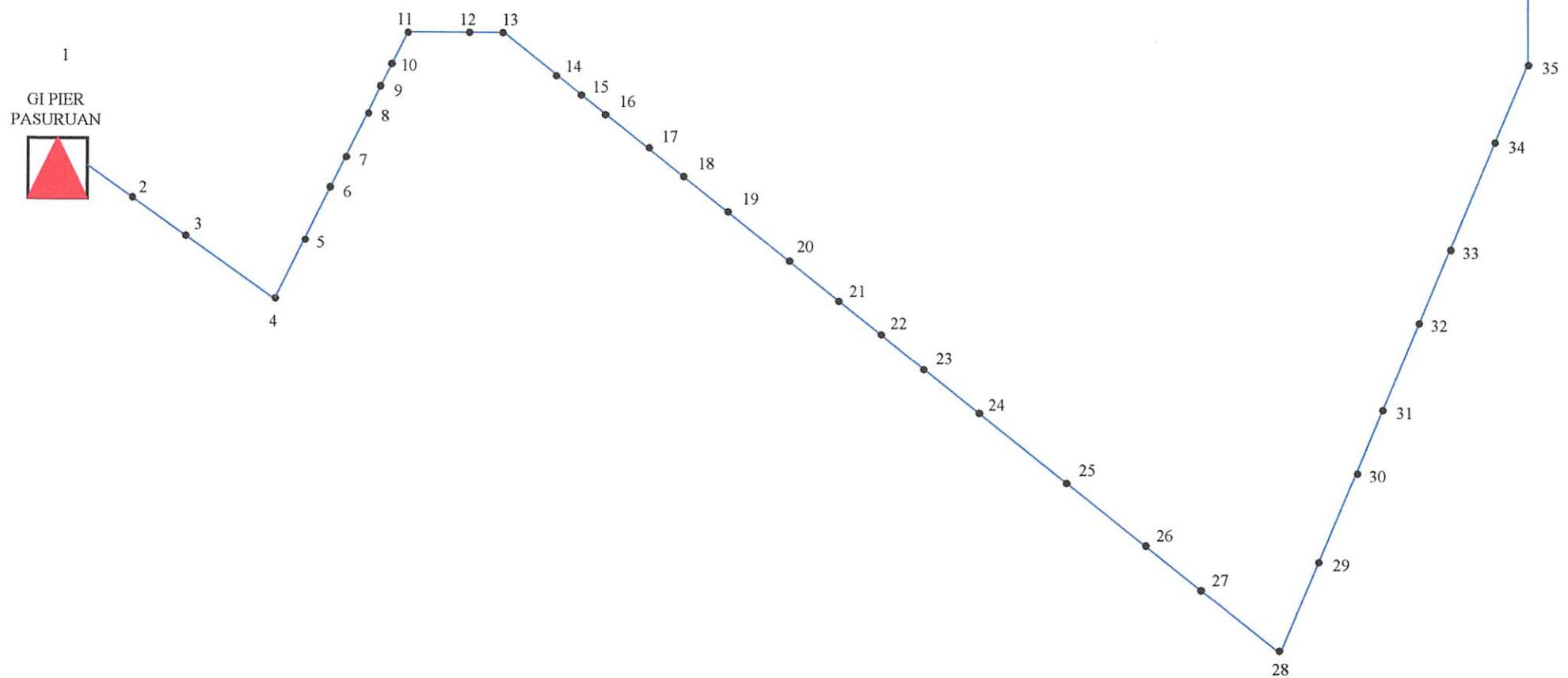


DATA SHITA

| KODE | JENIS | JARAK | IMPEDASI | | R X | | S | P | Q |
|------|-----------|-------|----------|--------|---------|---------|------|---------|----------|
| | KABEL | (m) | R | X | | | | | |
| 2 | A3C 3X150 | 12 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00259 | 0,00397 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | A3C 3X150 | 58 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01254 | 0,01917 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | A3C 3X150 | 29 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00627 | 0,00958 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | A3C 3X150 | 18 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00389 | 0,00595 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | A3C 3X150 | 10 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00216 | 0,00331 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | A3C 3X150 | 24 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00519 | 0,00793 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | A3C 3X150 | 8 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00173 | 0,00264 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | A3C 3X150 | 8 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00173 | 0,00264 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | A3C 3X150 | 39 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00843 | 0,01289 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | A3C 3X150 | 23 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00497 | 0,00760 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | A3C 3X150 | 4 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00086 | 0,00132 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | A3C 3X150 | 39 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00843 | 0,01289 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | A3C 3X150 | 8 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00173 | 0,00264 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | A3C 3X150 | 8 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00173 | 0,00264 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | A3C 3X150 | 41 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00886 | 0,01355 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | A3C 3X150 | 25 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00541 | 0,00826 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | A3C 3X150 | 27 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00584 | 0,00892 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | A3C 3X150 | 51 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01103 | 0,01686 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | A3C 3X150 | 51 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01103 | 0,01686 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | A3C 3X150 | 24 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00519 | 0,00793 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | A3C 3X150 | 25 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00541 | 0,00826 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | A3C 3X150 | 43 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00930 | 0,01421 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | A3C 3X150 | 59 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01276 | 0,01950 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | A3C 3X150 | 43 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00930 | 0,01421 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | A3C 3X150 | 5 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00108 | 0,00165 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | A3C 3X150 | 51 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01103 | 0,01686 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | A3C 3X150 | 24 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00519 | 0,00793 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | A3C 3X150 | 43 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00930 | 0,01421 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | A3C 3X150 | 55 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01189 | 0,01818 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | A3C 3X150 | 55 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01189 | 0,01818 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | A3C 3X150 | 42 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00908 | 0,01388 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | A3C 3X150 | 41 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00886 | 0,01355 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | A3C 3X150 | 20 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00432 | 0,00661 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | A3C 3X150 | 23 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00497 | 0,00760 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | A3C 3X150 | 53 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01146 | 0,01752 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | A3C 3X150 | 6 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00130 | 0,00198 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | A3C 3X150 | 48 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01038 | 0,01586 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | A3C 3X150 | 45 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00973 | 0,01487 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | A3C 3X150 | 52 | 0,2162 | 0,3305 | 0,01124 | 0,01719 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | A3C 3X150 | 24 | 0,2162 | 0,3305 | 0,00519 | 0,00793 | 1732 | 1489,52 | 883,8293 |



GI PIER
PASURUAN



PT. PLN (PERSERO) UPJ BANGIL

SINGLE LINE DIAGRAM
P. SHITA

```
nction [V,d,ite,P,Q,Ploss,QLoss,SumPloss,SumQloss,Beban]=BFLoadflow(N,z,Beban,Pbase,Zbase,TypSal)
oadflow Forward-Backward Sweep
opyrigh (c) 2002-2006 by Erma Software

nitial Data-----
eban,z]=UpdateData(N,Beban,z,Pbase,Zbase,TypSal);
]=MatrikA(N,z);
]=Saluran(N,z);
ones(N-1,1);
zeros(N-1,1);
L,QL]=UbahNoBeban(N,Beban);
erhitungan Loadflow-----
k=0;
e=0;
r i=1:10
if Cek==1
    break;
end
[V0]=SimpanTeg(N,V);
[P,Q,Ploss,QLoss]=SumOfPower(N,A,Z,PL,QL,V);
[V,d]=UpdateTegangan(N,P,Q,z,V,d);
[Cek]=Konvergen(N,V0,V);
ite=ite+1;
d
umPloss,SumQloss]=RugiSaluran(N,Z,P,Q,V);
r i=1:N
    Beban(i,3)=Beban(i,3)*Pbase;
    Beban(i,4)=Beban(i,4)*Pbase;
    Beban(i,5)=Beban(i,5)*Pbase;
    Beban(i,6)=Beban(i,6)*Pbase;
d

nction [Beban,z]=UpdateData(N,Beban,z,Pbase,Zbase,TypSal)
=zeros(N,N);
=zeros(N,N);
=zeros(N,N);
r i=1:N
    for j=1:N
        Ts(i,j)=complex(0,0);
    end
d
p=zeros(N,1);
,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(N,z,Lc,Tr,Ts,Cap, ...
ban,Pbase,Zbase,TypSal);
r i=2:N
    Qa=imag(Sg(i));
    if Qa~=0
        Beban(i,4)=Qa;
    end
d
r i=1:N
    Beban(i,3)=Beban(i,3)/Pbase;
    Beban(i,4)=Beban(i,4)/Pbase;
    Beban(i,5)=Beban(i,5)/Pbase;
    Beban(i,6)=Beban(i,6)/Pbase;
    if TypSal==2
        for j=1:N
            Zx=imag(z(i,j));
            if Zx~=0
                Zr=real(z(i,j))/Zbase;
```

```
    Zx=imag(z(i,j))/Zbase;
    z(i,j)=complex(Zr,Zx);
end
end
d

unction [A]=MatrikA(N,z)
etahitung Matrik A untuk topologi jaringan
N-1;
zeros(n,n);
r i=1:N
for j=1:N
    Xa=imag(z(i,j));
    if Xa~=0
        A(j-1,j-1)=1;
        for k=j:N
            Xa=imag(z(j,k));
            if Xa~=0
                A(j-1,k-1)=1;
            end
        end
    end
end
d

unction [Z]=Saluran(N,z)
etode untuk mempermudah perhitungan
N-1;
zeros(n,1);
r i=1:N
for j=1:N
    Xa=imag(z(i,j));
    if Xa~=0
        Z(j-1)=z(i,j);
    end
end
d

unction [PL,QL]=UbahNoBeban(N,Beban)
etode mengubah penomoran Beban
N-1;
=zeros(n,1);
=zeros(n,1);
r i=1:n
PL(i)=Beban(i+1,5)-Beban(i+1,3);
QL(i)=Beban(i+1,6)-Beban(i+1,4);
d

unction [V0]=SimpanTeg(N,V)
N-1;
=zeros(n,1);
r i=1:n
V0(i)=V(i);
d

unction [P,Q,Ploss,Qloss]=SumOfPower(N,A,Z,PL,QL,V)
etode Backward Sweep untuk menjumlahkan Daya
N-1;
zeros(n,1);
zeros(n,1);
```

\BFLoadflow PV\BFLoadflow.m
ril 4, 2007

```

oss=zeros(n,1);
oss=zeros(n,1);
r i=n:-1:1
P(i)=PL(i);
Q(i)=QL(i);
if i~=n
    for j=i+1:n
        if A(i,j)~=0
            P(i)=P(i)+P(j);
            Q(i)=Q(i)+Q(j);
        end
    end
end
Ploss(i)=real(Z(i))*(P(i)^2+Q(i)^2)/(V(i)^2);
Qloss(i)=imag(Z(i))*(P(i)^2+Q(i)^2)/(V(i)^2);
P(i)=P(i)+Ploss(i);
Q(i)=Q(i)+Qloss(i);
d

unction [V,d]=UpdateTegangan(N,P,Q,z,V,d)
etode Forward Sweep untuk Update Tegangan
=1;
r i=1:N
for j=1:N
    Xa=imag(z(i,j));
    if Xa~=0
        Ri=real(z(i,j));
        Xi=imag(z(i,j));
        if i==1
            V(j-1)=(Vs^2-2*(P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi)+(P(j-1)^2+Q(j-1)^2)*(Ri^2+Xi^2)/Vs^2)^0.5;
            VmRe=Vs-(P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi)/Vs;
            VmIm=(Q(j-1)*Ri-P(j-1)*Xi)/Vs;
            d(j-1)=atan(VmIm/VmRe);
        else
            V(j-1)=(V(i-1)^2-2*(P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi)+(P(j-1)^2+Q(j-1)^2)*(Ri^2+Xi^2)/Vs^2)^0.5;
            VmRe=V(i-1)-(P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi)/V(i-1);
            VmIm=(Q(j-1)*Ri-P(j-1)*Xi)/V(i-1);
            d(j-1)=d(i-1)+atan(VmIm/VmRe);
        end
    end
end
d

unction [Cek]=Konvergen(N,V0,V)
k=1;
N-1;
l=0.0001;
r i=1:n
dV=V(i)-V0(i);
dV=abs(dV);
if dV>tol
    Cek=0;
end
i

unction [Ploss,Qloss]=RugiSaluran(N,Z,P,Q,V)
oss=0;
oss=0;
i=1:N-1

```

```
Ploss=Ploss+(real(Z(i))*(P(i)^2+Q(i)^2)/V(i)^2);  
Qloss=Qloss+(imag(Z(i))*(P(i)^2+Q(i)^2)/V(i)^2);  
d
```

```
unction [N]=CetakForwardBackward(N,Ns,Beban,Zasli,V,d,P,Q,P1,Q1,SumPloss,SumQloss,Pbase,ite,selang)
mP=0;
mQ=0;
r i=2:N
Qa=Beban(i,4);
if Qa~=0
    sumP=sumP+Beban(i,3);
    sumQ=sumQ+Beban(i,4);
end
d
sp(' ');
sp(['      Hasil Perhitungan Aliran Daya']);
sp(['      Dengan Metode Forward-Backward Sweep']);
sp(' ');
sp(['Jumlah Bus      = ' num2Str(N)]);
sp(['Jumlah Saluran = ' num2Str(Ns)]);
sp(['Jumlah iterasi = ' num2str(ite)]);
sp(['Waktu Hitung   = ' num2Str(selang) ' detik']);
sp(' ');
sp(['-----']);
sp([' Bus      Tegangan      ']);
sp(['          pu        ']);
sp(['-----']);
1;
=1.00000;
=0.00000;
=[i Va da];
fprintf(' %3.0f  %8.5f  %8.5f\n',Sa');
r i=1:N-1
Sa=[i+1 V(i) d(i)];
fprintf(' %3.0f  %8.5f  %8.5f\n',Sa');
d
sp(['-----']);
sp(' ');
sp(['-----']);
sp([' Bus            Daya            Rugi Saluran      ']);
sp([' from  to      kw      kvar      kw      kvar      ']);
sp(['-----']);
r i=1:N
for j=1:N
    x=imag(Zasli(i,j));
    if x~=0
        S=[i j P(j-1)*Pbase Q(j-1)*Pbase P1(j-1)*Pbase Q1(j-1)*Pbase];
        fprintf(' %3.0f  %3.0f  %9.3f  %9.3f %9.3f %9.3f\n',S');
    end
end
d
sp(['-----']);
mP=sumP+P(1)*Pbase;
mQ=sumQ+Q(1)*Pbase;
sp(['Jumlah Pembangkitan = ' num2str(complex(sumP,sumQ)) ' kVAr']);
sp(['Jumlah Pembebanan  = ' num2str(complex(sum(Beban(:,5)),sum(Beban(:,6)))) ' kVAr']);
sp(['Jumlah Rugi Saluran = ' num2str(complex(SumPloss*Pbase,SumQloss*Pbase)) ' kVAr']);
sp(' ');
```

```
function [Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,SumL,Rr)
sp(' ');
sp([' Hasil Perhitungan Aliran Daya']);
sp([' Dengan Metode Newton-Raphson']);
sp(' ');
sp(['Jumlah Bus = ' num2Str(Nbus)]);
sp(['Jumlah iterasi = ' num2Str(ite)]);
sp(['Waktu Hitung = ' num2Str(selang) ' detik']);
sp(' ');
sp(['-----']);
sp([' Bus Tegangan Pembangkitan Pembebanan']);
sp([' pu kw kvar kw kvar']);
sp(['-----']);
=[(1:Nbus)' real(V) imag(V) real(Sg) imag(Sg) real(SL) imag(SL)];
fprintf('%5.0f %8.5f %8.5f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa');
sp(['-----']);
sp(' ');
sp(['Aliran Daya Antar Saluran']);
sp(' ');
);
sp(['-----']);
sp([' Bus Daya Bus Daya']);
sp([' from to kw kvar from to kw kvar']);
sp(['-----']);
r i=1:Nbus
for j=1:Nbus
    x=imag(RugiS(i,j));
    if x~=0
        S=[i j real(Alir(i,j)) imag(Alir(i,j)) j i real(Alir(j,i)) imag(Alir(j,i))];
        fprintf(' %3.0f %3.0f %8.3f %8.3f %3.0f %3.0f %8.3f %8.3f\n',S);
    end
end
i
sp(['-----']);
sp(' ');
sp(['Rugi Daya Antar Saluran']);
sp(' ');
);
sp(['-----']);
sp([' Bus Rugi']);
sp([' from to kw kvar']);
sp(['-----']);
r i=1:Nbus
for j=1:Nbus
    x=imag(Z(i,j));
    if x~=0
        S=[i j real(RugiS(i,j)) imag(RugiS(i,j))];
        fprintf(' %3.0f %3.0f %8.3f %8.3f\n',S);
    end
end
i
sp(['-----']);
sp(' ');
sp(['Jumlah Pembangkitan = ' num2Str(SumG) ' kVA']);
sp(['Jumlah Pembebanan = ' num2Str(SumL) ' kVA']);
```

```
sp(['Jumlah Rugi-Rugi' = ' num2Str(Rr) ' kVA']);  
sp(['Jumlah Iterasi' = ' num2Str(ite)']);  
sp('');
```

```
nction [V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(N,z,Lc,Tr,Ts,Cap,Beban,Pb
e,Zbase,TypSal)
oadflow Metode Newton Raphson Polar
opyright (c) 2007 by Erma Sofware

aca Data-----
e=0;
,Sg,SL,TypeBus]=BacaData(N,Beban,Pbase);
,Lc]=UpdateSaluran(N,z,Lc,Zbase,TypSal);
]=Admitansi(N,z,Lc,Tr,Ts,Cap);
r i=1:15
[dS]=PowerMismatch(N,Y,Lc,Sg,SL,TypeBus,V);
[Cek]=CekKonvergen(N,dS,TypeBus);
if Cek==1
    break;
end
[Jq]=Jaqobian(N,V,Y,TypeBus);
[V]=UpdateTegangan(N,V,Jq,dS,TypeBus);
ite=ite+1;
d
r]=UbahRectangular(N,V);
lir]=AlirDaya(N,Vr,Y,Lc,Pbase);
g]=Daya(N,Vr,TypeBus,Sg,SL,Y,Pbase,Alir);
=Pbase*SL;
umG,SumL,Rr]=RugiRugi(N,Sg,SL);
ugis]=RugiSaluran(N,z,Alir);

nction [V,Sg,SL,TypeBus]=BacaData(N,Beban,Pbase)
zeros(N,1);
=zeros(N,1);
=zeros(N,1);
peBus=zeros(N,1);
r i=1:N
V(i)=complex(Beban(i,1),Beban(i,2));
Sg(i)=complex(Beban(i,3)/Pbase,Beban(i,4)/Pbase);
SL(i)=complex(Beban(i,5)/Pbase,Beban(i,6)/Pbase);
TypeBus(i)=Beban(i,7);
d

nction [z,Lc]=UpdateSaluran(N,z,Lc,Zbase,TypSal)
TypSal==2
for i=1:N
    for j=1:N
        r=real(z(i,j));
        x=imag(z(i,j));
        if x~=0
            z(i,j)=complex(r/Zbase,x/Zbase);
            Lc(i,j)=Lc(i,j)/Zbase;
        end
    end
end
d

nction [Y]=Admitansi(N,z,Lc,Tr,Ts,Cap)
zeros(N,N);
zeros(N,N);
: i=1:N
for j=1:N
    xa=imag(z(i,j));
    if xa~=0
```

```
z(j,i)=z(i,j);
Lc(j,i)=Lc(i,j);
end
end
d
r i=1:N
for j=1:N
xa=imag(z(i,j));
if xa~=0
C(i,j)=1/z(i,j);
end
end
d
r i=1:N
for j=1:N
if i==j
sumA=0;
sumB=0;
for k=1:N
if i~=k
sumA=sumA+real(C(i,k));
sumB=sumB+imag(C(i,k))+Lc(i,k);
end
end
if Cap(i)~=0
sumB=sumB+Cap(i);
end
Y(i,j)=complex(sumA,sumB);
else
Y(i,j)=complex(-real(C(i,j)), -imag(C(i,j)));
end
end
d
r i=1:N
for j=1:N
if Tr(i,j)~=0
Tr(i,j)=1/Tr(i,j);
Y(i,i)=Y(i,i)-C(i,j);
Y(i,i)=Y(i,i)+C(i,j)*Tr(i,j)^2;
Y(i,j)=Tr(i,j)*Y(i,j);
Y(j,i)=Y(i,j);
end
end
d
r i=1:N
for j=1:N
ax=real(Ts(i,j));
if ax~=0
ax=real(Ts(i,j))*cos(imag(Ts(i,j)));
bx=real(Ts(i,j))*sin(imag(Ts(i,j)));
ts=complex(ax,bx);
Y(i,j)=-C(i,j)/ts;
Y(j,i)=-C(i,j)/conj(ts);
Y(i,i)=Y(i,i)-C(i,j);
Y(i,i)=Y(i,i)+C(i,j)/(ax^2+bx^2);
end
end
d
i:i=1:N
if Cap(i)~=0
re=real(Y(i,i));
```

```
im=imag(Y(i,i))+Cap(i);
Y(i,i)=complex(re,im);
end
d

unction [dS]=PowerMismatch(N,Y,Lc,Sg,SL,TypBus,V)
ungsi ini untuk menghitung selisih daya
=0;
r i=1:N
if TypBus(i)==2
    PV=PV+1;
end
d
N-1+N-1-PV;
=zeros(n,1);
=zeros(N,1);
:=zeros(N,1);
:=0;
:=0;
·r i=1:N
if TypBus(i)~=1
    sum1=0;
    for j=1:N
        Gij=real(Y(i,j));
        Bij=imag(Y(i,j));
        Ui=real(V(i));
        Uj=real(V(j));
        dij=imag(V(i))-imag(V(j));
        sum1=sum1+Ui*Uj*(Gij*cos(dij)+Bij*sin(dij));
    end
    Pc(i)=sum1;
end
if TypBus(i)==3
    sum2=0;
    for j=1:N
        Gij=real(Y(i,j));
        Bij=imag(Y(i,j));
        Ui=real(V(i));
        Uj=real(V(j));
        dij=imag(V(i))-imag(V(j));
        sum2=sum2+Ui*Uj*(Gij*sin(dij)-Bij*cos(dij));
    end
    Qc(i)=sum2;
end
d
=0;
=N-1;
r i=1:N
if TypBus(i)~=1
    sp=sp+1;
    dS(sp)=real(Sg(i))-real(SL(i))-Pc(i);
end
if TypBus(i)==3
    sq=sq+1;
    dS(sq)=imag(Sg(i))-imag(SL(i))-Qc(i);
end
d

unction [Jq]=Jaqobian(N,V,Y,TypBus)
=0;
```

: \BFLoadflow PV\NewtonPolar.m
April 4, 2007

```

'r i=1:N
if TypBus(i)==2
    PV=PV+1;
end
d
q=N-1+N-1-PV;
=zeros(NJq,NJq);
embentukan Jaqobian H
w=0;
r i=1:N
if TypBus(i)~==1
    row=row+1;
    col=0;
    for j=1:N
        if TypBus(j)~==1
            col=col+1;
            Ui=real(V(i));
            di=imag(V(i));
            Uj=real(V(j));
            dj=imag(V(j));
            Gij=real(Y(i,j));
            Bij=imag(Y(i,j));
            if j==i
                sum=0;
                for k=1:N
                    Uk=real(V(k));
                    dk=imag(V(k));
                    Gjk=real(Y(j,k));
                    Bjk=imag(Y(j,k));
                    sum=sum+((Gjk*sin(dj-dk)-Bjk*cos(dj-dk))*Uk);
                end
                Qj=sum*Uj;
                Jq(row,col)=-Qj-Bij*Uj^2;
            else
                Jq(row,col)=Ui*Uj*(Gij*sin(di-dj)-Bij*cos(di-dj));
            end
        end
    end
end
.d
'embentukan Jaqobian L
.w=N-1;
.r i=1:N
if TypBus(i)==3
    row=row+1;
    col=N-1;
    for j=1:N
        if TypBus(j)==3
            col=col+1;
            Ui=real(V(i));
            di=imag(V(i));
            Uj=real(V(j));
            dj=imag(V(j));
            Gij=real(Y(i,j));
            Bij=imag(Y(i,j));
            if j==i
                sum=0;
                for k=1:N
                    Uk=real(V(k));
                    dk=imag(V(k));
                    Gjk=real(Y(j,k));

```

```
Bjk=imag(Y(j,k));  
sum=sum+((Gjk*sin(dj-dk)-Bjk*cos(dj-dk))*Uk);  
end  
Qj=sum*Uj;  
Jq(row,col)=Qj-Bij*Uj^2;  
else  
Jq(row,col)=Ui*Uj*(Gij*sin(di-dj)-Bij*cos(di-dj));  
end  
end  
end  
.d  
embentukan Jaqobian N  
w=0;  
r i=1:N  
if TypBus(i)~=1  
row=row+1;  
col=N-1;  
for j=1:N  
if TypBus(j)==3  
col=col+1;  
Ui=real(V(i));  
di=imag(V(i));  
Uj=real(V(j));  
dj=imag(V(j));  
Gij=real(Y(i,j));  
Bij=imag(Y(i,j));  
if j==i  
sum=0;  
for k=1:N  
Uk=real(V(k));  
dk=imag(V(k));  
Gjk=real(Y(j,k));  
Bjk=imag(Y(j,k));  
sum=sum+((Gjk*cos(dj-dk)+Bjk*sin(dj-dk))*Uk);  
end  
Pj=sum*Uj;  
Jq(row,col)=Pj+Gij*Uj^2;  
else  
Jq(row,col)=Ui*Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-dj));  
end  
end  
end  
.d  
embentukan Jaqobian M  
w=N-1;  
r i=1:N  
if TypBus(i)==3  
row=row+1;  
col=0;  
for j=1:N  
if TypBus(j)~=1  
col=col+1;  
Ui=real(V(i));  
di=imag(V(i));  
Uj=real(V(j));  
dj=imag(V(j));  
Gij=real(Y(i,j));  
Bij=imag(Y(i,j));  
if j==i
```

```
sum=0;
for k=1:N
    Uk=real(V(k));
    dk=imag(V(k));
    Gjk=real(Y(j,k));
    Bjk=imag(Y(j,k));
    sum=sum+((Gjk*cos(dj-dk)+Bjk*sin(dj-dk))*Uk);
end
Pj=sum*Uj;
Jq(row,col)=Pj-Gij*Uj^2;
else
    Jq(row,col)=-Ui*Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-dj));
end
end
end
d

unction [V]=UpdateTegangan(N,V,Jq,dS,TypeBus)
'=0;
r i=1:N
if TypeBus(i)==2
    PV=PV+1;
end
d
N-1+N-1-PV;
=zeros(n,1);
=Jq\dS;
=0;
=0;
r i=1:N
if TypeBus(i)~=1
    sp=sp+1;
    V(i)=complex(real(V(i)),imag(V(i))+dV(sp));
end
d
=N-1;
r i=1:N
if TypeBus(i)==3
    sq=sq+1;
    dt=dV(sq)*real(V(i));
    V(i)=complex(real(V(i))+dt,imag(V(i)));
end
d

unction [Cek]=CekKonvergen(N,dS,TypeBus)
k=1;
=0;
r i=1:N
if TypeBus(i)==2
    PV=PV+1;
end
d
N-1+N-1-PV;
l=0.0001;
r i=1:n
if abs(dS(i))>Tol
    Cek=0;
end
i
```

```
unction [Vr]=UbahRectangular(N,V)
z=zeros(N,1);
or i=1:N
    Vreal=real(V(i))*cos(imag(V(i)));
    Vimag=real(V(i))*sin(imag(V(i)));
    Vr(i)=complex(Vreal,Vimag);
id

unction [Alir]=AlirDaya(N,V,Y,Lc,Pbase)
ir=zeros(N,N);
or i=1:N
    for j=1:N
        Lc(j,i)=Lc(i,j);
    end
id
or i=1:N
    for j=1:N
        if j~=i
            Yx=imag(Y(i,j));
            if Yx~=0
                Ys=complex(-real(Y(i,j)), -imag(Y(i,j)));
                Ls=complex(0,Lc(i,j));
                Al=conj(V(i))*(V(i)-V(j))*Ys+conj(V(i))*V(i)*Ls;
                Alir(i,j)=complex(real(Al)*Pbase, -imag(Al)*Pbase);
            end
        end
    end
end
d

unction [Sg]=Daya(N,V,Typ,Sg,SL,Y,Pbase,Alir)
r i=1:N
sum=0;
if Typ(i)==1
    for j=1:N
        Al=imag(Y(i,j));
        if Al~=0
            sum=sum+Alir(i,j);
        end
    end
    Sg(i)=sum+SL(i)*Pbase;
end
sum=0;
if Typ(i)==2
    for j=1:N
        sum=sum+(imag(V(i))*(real(V(j))*real(Y(i,j))+imag(V(j))*-imag(Y(i,j)))-real(V(j))*(imag(V(j))*real(Y(i,j))-real(V(j))*-imag(Y(i,j)));
    end
    Sg(i)=complex(real(Sg(i))*Pbase, (sum+imag(SL(i)))*Pbase);
end
if Typ(i)==3
    Cap=imag(Sg(i));
    if Cap~=0
        Sg(i)=Pbase*Sg(i);
    end
end
d

unction [SumG,SumL,Rr]=RugiRugi(N,Sg,SL)
z=zeros(N,1);
nG=0+0i;
nL=0+0i;
```

```
or i=1:N
    SumG=SumG+Sg(i);
    SumL=SumL+SL(i);
end
z=SumG-SumL;

unction [RugiS]=RugiSaluran(N,z,Alir)
igiS=zeros(N,N);
or i=1:N
    for j=1:N
        Xa=imag(z(i,j));
        if Xa~=0
            RugiS(i,j)=Alir(i,j)+Alir(j,i);
        end
    end
end
```

```
unction [Nbus,Beban,Cap]=DecodeBus(Bus)
%Bus(:,1);
bus=length(X);
Beban=zeros(Nbus,7);
Cap=zeros(Nbus,1);
for i=1:Nbus
    Beban(i,1)=Bus(i,1);
    Beban(i,2)=Bus(i,2);
    Beban(i,3)=Bus(i,3);
    Beban(i,4)=Bus(i,4);
    Beban(i,5)=Bus(i,5);
    Beban(i,6)=Bus(i,6);
    Beban(i,7)=Bus(i,8);
    Cap(i,1)=Bus(i,7);
end
```

```
unction [Nsal,Z,Lc,Tr,Ts,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal)
Sal(:,1);
sal=length(X);
zeros(Nbus,Nbus);
:=zeros(Nbus,Nbus);
:=zeros(Nbus,Nbus);
:=zeros(Nbus,Nbus);
pSal=zeros(Nbus,Nbus);
or i=1:Nsal
dari=round(Sal(i,1));
ke=round(Sal(i,2));
Z(dari,ke)=complex(Sal(i,3),Sal(i,4));
Lc(dari,ke)=Sal(i,5);
Tr(dari,ke)=Sal(i,6);
Ts(dari,ke)=complex(Sal(i,7),Sal(i,8));
CapSal(dari,ke)=Sal(i,9);
CapSal(ke,dari)=Sal(i,9);
.d
```

'rogram ForwardBackward Loadflow dengan PV models

```

1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 361.2 214.32 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 270.9 160.74 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 178.79 106.09 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 400.93 237.9 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 86 51.02 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 74.3 44.09 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 216.72 128.59 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 108.36 64.29 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 66.22 39.29 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 505.68 300.05 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 14.62 8.67 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 17.63 10.46 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 16.77 9.95 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00 0.00 0.00000 3;
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 964.00 561.36 0.00000 3];
bus,Beban,Cap]=DecodeBus(Bus);
l=[1 2 0.01146 0.01752 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
3 0.00281 0.00430 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
4 0.00865 0.01322 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
5 0.00670 0.01025 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
6 0.01038 0.01586 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
7 0.01081 0.01653 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
8 0.00259 0.00397 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
9 0.00411 0.00628 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
10 0.00778 0.01190 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
11 0.00951 0.01454 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
12 0.01124 0.01719 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
13 0.00497 0.00760 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
14 0.00281 0.00430 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
15 0.00541 0.00826 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
16 0.00778 0.01190 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
17 0.00519 0.00793 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
18 0.01340 0.02049 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
19 0.00584 0.00892 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
20 0.00476 0.00727 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
21 0.00389 0.00595 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;

```

22 0.02313 0.03536 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
23 0.01124 0.01719 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
24 0.01081 0.01653 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
25 0.01038 0.01586 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
26 0.01016 0.01553 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
27 0.01167 0.01785 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
28 0.01297 0.01983 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
29 0.01103 0.01686 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
30 0.01189 0.01818 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
31 0.01427 0.02181 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
32 0.00822 0.01256 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
33 0.01059 0.01619 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
34 0.00497 0.00760 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
35 0.00454 0.00694 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
36 0.00973 0.01487 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
37 0.00757 0.01157 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
38 0.01492 0.02280 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
39 0.01124 0.01719 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
40 0.00389 0.00595 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
41 0.00476 0.00727 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
42 0.00216 0.00331 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
43 0.00389 0.00595 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
44 0.00368 0.00562 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
45 0.00238 0.00364 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
46 0.00324 0.00496 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
47 0.00238 0.00364 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
48 0.01059 0.01619 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
49 0.00930 0.01421 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
50 0.00238 0.00364 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
51 0.00238 0.00364 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
52 0.00281 0.00430 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
53 0.00454 0.00694 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
54 0.00497 0.00760 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
55 0.00259 0.00397 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
56 0.00951 0.01454 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
57 0.00216 0.00331 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
58 0.00216 0.00331 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
59 0.00259 0.00397 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
60 0.00238 0.00364 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
61 0.00995 0.01520 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
62 0.00973 0.01487 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
63 0.00368 0.00562 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
64 0.00476 0.00727 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
65 0.00735 0.01124 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
66 0.00454 0.00694 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
67 0.00973 0.01487 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
68 0.00303 0.00463 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
69 0.00324 0.00496 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
70 0.01038 0.01586 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
71 0.00151 0.00231 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
72 0.00389 0.00595 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
73 0.01297 0.01983 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
74 0.01081 0.01653 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
75 0.00476 0.00727 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
76 0.00411 0.00628 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
77 0.00368 0.00562 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
78 0.00368 0.00562 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
79 0.01384 0.02115 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
80 0.00151 0.00231 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
81 0.00259 0.00397 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
82 0.00843 0.01289 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;

```
83 0.00216 0.00331 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
84 0.00476 0.00727 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
85 0.00584 0.00892 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
86 0.01146 0.01752 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
87 0.00389 0.00595 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
88 0.00368 0.00562 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
89 0.01103 0.01686 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
90 0.00735 0.01124 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
91 0.00238 0.00364 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
92 0.01492 0.02280 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000];
sal,Z,Lc,Tr,Ts,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal);
=input('Pilih Loadflow (1) ForwardBackward (2) NewtonRaphson = ');
lai=cputime;
LF==1
[V,d,ite,P,Q,Ploss,Qloss,SumPloss,SumQloss,Beban]=BFLoadflow(Nbus,Z,Beban, ...
Pbase,Zbase,TypSal);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
[Nbus]=CetakForwardBackward(Nbus,Nsal,Beban,Z,V,d,P,Q,Ploss,Qloss, ...
SumPloss,SumQloss,Pbase,ite,selang);
seif LF==2
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,Cap, ...
Beban,Pbase,Zbase,TypSal);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
selang=selang+2;
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,SumL,Rr);
se
disp('Pilihan salah! seharusnya angka (1) atau (2)!');
d
abs(V);
length(x);
zeros(n,1);
r i=1:n
t(i)=i;
d
ot(t,x);
abel('Tegangan Bus');
abel('No Bus');
tle('Grafik Tegangan Penyalang PDAB');
```

'program ForwardBackward Loadflow dengan PV models

```
c
base=20.00;
const=1000;
base=100.00;
const=1000;
base=(Vbase*Vkonst)^2/(Pbase*Pkonst);
base=(Vbase*Vkonst)/Zbase;
pSal=2; %Jika pu TypParam=1 jika ohm TypParam=2
.s=[1.00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 1;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3;
00000 0.00000 0.000 0.000 0 0 0.00000 3];
bus,Beban,Cap]=DecodeBus(Bus);
=[1 2 0.00259 0.00397 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 3 0.01254 0.01917 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 4 0.00627 0.00958 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 5 0.00389 0.00595 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 6 0.00216 0.00331 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 7 0.00519 0.00793 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 8 0.00173 0.00264 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
 9 0.00173 0.00264 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
10 0.00843 0.01289 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
```

April 4, 2007

10:22:00 AM

```

0 11 0.00497 0.00760 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 12 0.00086 0.00132 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 13 0.00843 0.01289 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 14 0.00173 0.00264 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 15 0.00173 0.00264 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 16 0.00886 0.01355 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 17 0.00541 0.00826 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 18 0.00584 0.00892 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 19 0.01103 0.01686 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 20 0.01103 0.01686 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 21 0.00519 0.00793 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 22 0.00541 0.00826 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 23 0.00930 0.01421 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 24 0.01276 0.01950 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 25 0.00930 0.01421 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 26 0.00108 0.00165 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 27 0.01103 0.01686 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 28 0.00519 0.00793 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 29 0.00930 0.01421 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 30 0.01189 0.01818 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 31 0.01189 0.01818 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 32 0.00908 0.01388 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 33 0.00886 0.01355 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 34 0.00432 0.00661 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 35 0.00497 0.00760 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 36 0.01146 0.01752 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 37 0.00130 0.00198 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 38 0.01038 0.01586 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 39 0.00973 0.01487 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 40 0.01124 0.01719 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 41 0.00519 0.00793 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000;
0 42 0.00519 0.00793 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10000];
sal,Z,Lc,Tr,Ts,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal);
=input('Pilih Loadflow (1) ForwardBackward (2) NewtonRaphson = ');
lai=cputime;
LF==1
[V,d,ite,P,Q,Ploss,Qloss,SumPloss,SumQloss,Beban]=BFLoadflow(Nbus,Z,Beban, ...
Pbase,Zbase,TypSal);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
[Nbus]=CetakForwardBackward(Nbus,Nsal,Beban,Z,V,d,P,Q,Ploss,Qloss, ...
SumPloss,SumQloss,Pbase,ite,selang);
seif LF==2
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,Cap, ...
Beban,Pbase,Zbase,TypSal);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
selang=selang+1;
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,SumL,Rr);
se
disp('Pilihan salah! seharusnya angka (1) atau (2)!');

abs(V);
length(x);
zeros(n,1);
i=1:n
t(i)=i;
i
t(t,x);
label('Tegangan Bus');
label('No Bus');

```

```
title('Grafik Tegangan Penyulang PDAB');
```
