

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



**ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL  
TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE RADISFLOW**

**SKRIPSI**

*Disusun Oleh :*  
**FAHMI IHSANANTO**  
**NIM. 01.12.111**

**MARET 2006**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL  
TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE RADISFLOW**

**SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :  
FAHMI IHSANANTO  
NIM 01.12.111**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing**



**E. YUDI LIMPRAPTONO, MT  
NIP. Y. 1039500274**

**Ir. H. CHOIRI  
NIP. 130703042**

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2006**

**Lembar Persembahan**  
Kupersembahkan skripsiku ini special untuk



Atas segala rahmat yang telah Engkau berikan kepadaku hanya keridhoan-Mu lah yang kuharapkan dalam hidupku ini agar aku bisa menjalankan perjalanan hidupku ini dengan penuh keikhlasan dan ketabahan dalam keimanan dan ketaqwaan.

Kekasih Allah SWT, nabi besar Muhammad SAW karna beliolah nabi yang diutus Allah kemuka bumi untuk mengajak manusia dari kegelapan menuju jalan yang penuh barokah yakni agama islam, semoga dengan syafa'atnya kita diberi keselamatan diakhirat kelak.

Bapakku tercinta H.Achmad Azhari dan ibukku tercinta Hj. Supriati, terima kasih atas doa, dorongan dan semangat yang diberikan sehingga Fahmi bisa menyelesaikan kuliah, Fahmi hanya bisa berdoa semoga bapak dan ibu diberi kesehatan jasmani dan rohani oleh Allah SWT.

Kakak-kakakku yang tercinta, Arif-Yustin, Rifai-Elly, Sugi-Weny, Yana-lita, makasih atas doa dan nasehatnya, mudah-mudahan kalian selalu dalam lindungan-Nya dan selalu dilancarkan rezekinya oleh Allah SWT, ponakan-ponakanku yang tercinta, Hanif, Ivan, Rizka, Zahra, Mitha, Ayu, jangan bandel, belajar yang rajin supaya sukses amin.

My love Dyta, makasih atas support dan doanya, Eta' ga Tau apa jadinya jika ga ada Tayank, susah-senang Tayank tetep medampingi Eta', maapin Eta' jika 3 bulan terakhir ini Eta' nyuekin Tayank...he.....he..... I LOVE U HONEY 4 EVER...Muuuuuaachh.

### My Inspiration WORDS

" Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan) kerjakanlah sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berserah diri"  
(Q.S. Al Insyirah : 6-8)

" Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi yang khusuk yaitu orang-orang yang meyakini bahwa mereka akan kembali kepada-Nya"  
(Q.S. Al-Baqoroh : 45-46)

## Terima Kasihku kepada.....

Dosen pembimbingku Ir H. CHOIRI

Makasih atas bimbingannya selama ini, maapin kalo saya mungkin ada khilaf yang membuat bapak marah, n menyita waktunya makasih jg buat petuah-petuahannya, sekali lagi terima kasih pak !

Bimbingan P. CHOIRI laennya: Nur Asyik, Boyke, Tony temen seperjuanganku (cayo-cayo), Hendra makasih atas laptopnya, Arif (pak lurah). Akhirnya kita dapat lulus dan wisuda bareng, semangat rek..perjuangan belum berakhir.

## THANX 2:

\* Arek2 sing wisuda april 2006,akhirnya perjuangan kita ada hasilnya fren,arek2 kontrakan (bank roma, anam, safak, hendro, jay, mprit, sapi, bremi, yuda, imam, deny , dian, zainul, Edwin, samsul ) dan smua temen-temen '01, hady surya (jangan pacaran terus..semangat oke),Zaid makasih smuanya udah nemenin kompre, vian, didik, ucok (makasih atas masukannya), Temen2 kost Acil, Aconk, Pandu, Gading, Teguh, Rosy, Agus, Surya, Suling makasih atas supportnya, Tanto, andi (makasih masukan n semangatnya),imron N smua temen2 yg ga bs disebutin atu2 thanx, Mas Ugro makasih atas programnya, Mas jayenk thanx boss atas semuanya (sering2 aja bikin mahasiswa bingung mas),Bu puji, P. Almizan dan P. Made Sang majelis penguji makasih nilainya,

## ABSTRAKSI

### ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN MENGGUNAKAN METODE RADISFLOW

(Fahmi Ihsananto, Nim : 01.12.111, Teknik Energi Listrik ITN Malang)  
(Dosen Pembimbing : Ir. H. CHOIRI)

Kata Kunci : Sistem Distribusi Radial Tak Seimbang, Analisa Aliran Daya.

Sistem distribusi merupakan bagian dari system 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. Untuk lebih meningkatkan lagi kualitas maka perlu dilakukan analisa aliran daya yang dapat memberikan informasi mengenai besarnya tegangan, arus dan rugi-rugi daya pada saat pengoperasian normal.

Maka dari itu pada sistem jaringan distribusi tipe radial yang mempunyai beban tidak seimbang diperoleh tegangan per fasa dan arus saluran dan hasilnya dapat kita terapkan untuk perhitungan rugi-rugi daya dengan menggunakan metode Radisflow. Metode ini hanya mengevaluasi suatu persamaan aljabar yang lebih sederhana. Dengan penyederhanaan persamaan akan mempermudah dan mempercepat proses perhitungan.

Perhitungan dilakukan pada Penyulang Glintung yang merupakan out going GI Blimbing yang mempunyai jumlah saluran 55, jumlah bus beban 55, dan slack bus 1. Agar perhitungan lebih mudah maka dipakai satuan per-unit dan nilai dasar yang digunakan untuk tegangan adalah 20 Kv dan daya adalah 100 kVA. Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan pengukuran faktor daya maka pada perhitungan ini diambil harga faktor daya sebesar 0,86.

Dengan pemodelan beban maka akan diperoleh hasil tegangan dan aliran daya yang bervariasi. Untuk tegangan yang paling besar diperoleh pada pemodelan beban eksponensial sedangkan tegangan yang paling rendah terdapat pada pemodelan beban daya konstan. Sedangkan untuk total rugi-rugi daya, pada pemodelan beban impedansi konstan diperoleh total rugi-rugi daya paling kecil sedangkan paling besar pada pemodelan beban daya konstan.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, "ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN MENGGUNAKAN METODE RADISFLOW".

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa ITN Malang guna mengakhiri pendidikan pada jenjang strata satu jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusunnya skripsi ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE**, selaku Rektor ITN Malang.
2. **Ir. Mochtar Asroni, MSME**, selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. **Ir. F Yudi Limpraptono, MT**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
4. **Ir. H. Choiri**, selaku Dosen Pembimbing.
5. **Ugro, ST**, sebagai *programmer*.
6. Kedua orang tuaku yang telah membesarkan, mendidik dan selalu mendoakanku sampai terwujud cita-citaku serta kakak-kakakku *thank's* ya atas doa dan bantuannya.

7. Rekan-rekan elektro energi listrik yang saling membantu dan saling mengisi dalam pengerjaan skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi dapat berguna dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Malang, Maret 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metode Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK</b> .....	6
2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	6
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Primer .....	8
2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial .....	8
2.2.2. Sistem Jaringan Distribusi Loop / Ring .....	11
2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi Mesh .....	12



2.3.	Rugi - Rugi Daya Saluran Distribusi.....	12
2.4.	Segitiga Daya .....	13
2.5.	Sistem Per-Unit.....	14
<b>BAB III METODE PENYELESAIAN STUDI ALIRAN DAYA.....</b>		<b>16</b>
3.1.	Analisa Aliran Daya .....	16
3.2.	Pendekatan Studi Aliran Daya .....	16
3.3	Klasifikasi Bus .....	17
3.3.1.	Slack Bus / Swing Bus .....	17
3.3.2.	P-V Bus / Generator Bus .....	17
3.3.3.	P-Q Bus / Load Bus .....	17
3.4	Pemodelan Beban .....	18
3.5	Dasar Pemikiran Model Saluran .....	19
3.6	Pembentukan Persamaan Carson .....	20
3.7.	Reduksi Kron .....	22
3.8.	Metode Radisflow Untuk Sistem Distribusi Tak Seimbang ....	25
<b>BAB IV ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH SISTEM DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG PENYULANG GLINTUNG DENGAN METODE RADISFLOW DI GI BLIMBING .....</b>		<b>28</b>
4.1.	Analisis Dengan Metode Radisflow .....	28
4.2.	Algoritma Penyelesaian Masalah .....	29
4.3.	Flowchart Penyelesaian Masalah .....	30
4.4	Data Perhitungan .....	31
4.4.1.	Data Saluran .....	31
4.4.2.	Data Pembebanan .....	33

4.5	Analisa Perhitungan .....	33
4.5.1.	Perhitungan Aliran Daya Penyulang Glintung .....	34
4.5.2.	Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Glintung .....	49
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1.	Kesimpulan .....	54
5.2.	Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

2-1.	Diagram satu garis penyaluran energi listrik ke pelanggan .....	6
2-2.	Jaringan distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah Ke Pelanggan .....	7
2-3.	Bentuk Sederhana Dari Sistem Distribusi Radial .....	9
2-4.	Bagan jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial .....	10
2-5.	Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop Yang Dipasok Dari Satu Sumber .....	11
2-6.	Jaringan Tegangan Menengah Struktur Mesh .....	12
2-7.	Segitiga Daya .....	13
3-1.	Model Saluran 3 Fasa .....	19
3-2.	Dasar Pemikiran Persamaan Carson .....	22
3-3.	Rangkaian Persamaan Tiga Fasa Pada Sebuah Cabang .....	26
3-4.	Diagram Feeder Tunggal .....	26
3-5.	Model Saluran Pendek Dari Sebuah Cabang .....	27
4-1.	Flowchart Penyelesaian Masalah .....	30
4-2.	Struktur Dan Jarak Antar Konduktor .....	32
4-3.	Single Line Diagram Sistem 20 kV Penyulang Glintung .....	35
4-4.	Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Daya Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	52
4-5.	Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Arus Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	52

4-6.	Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Impedansi Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	53
4-7.	Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Exponensial Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	52

## DAFTAR GRAFIK

4-1.	Tegangan Pada Fasa R .....	45
4-2.	Tegangan Pada Fasa S .....	45
4-3.	Tegangan Pada Fasa T .....	46

## DAFTAR TABEL

4-1.	Data Penyulang Sistem 20 kV GI Blimbing.....	31
4-2.	Data Saluran Penyulang Glintung .....	32
4-3.	Data Pembebanan Penyulang Glintung .....	33
4-4.	Hasil Impedansi Saluran Penyulang Glintung .....	42
4-5.	Kondisi Tegangan Tiap Node Pada Pemodelan Beban Daya Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	43
4-6.	Kondisi Tegangan Tiap Node Pada Pemodelan Beban Arus Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	43
4-7.	Kondisi Tegangan Tiap Node Pada Pemodelan Beban Impedansi Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	44
4-8.	Kondisi Tegangan Tiap Node Pada Pemodelan Beban Exponensial Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	44
4-9.	Node Dengan Tegangan Paling Rendah Penyulang Glintung.....	46
4-10.	Besarnya Aliran Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Daya Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	47
4-11.	Besarnya Aliran Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Arus Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	48
4-12.	Besarnya Aliran Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Impedansi Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow.....	48
4-13.	Besarnya Aliran Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Exponensial Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	49
4-14.	Besarnya Rugi-Rugi Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Daya Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	49
4-15.	Besarnya Rugi-Rugi Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Arus Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	50
4-16.	Besarnya Rugi-Rugi Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Impedansi Konstan Penyulang Glintung Metode Radisflow .....	51

4-17	Besarnya Rugi-Rugi Daya Tiap Saluran Pada Pemodelan Beban Exponensial Penyulang Glintang Metode Radisflow .....	51
4-18	Perbandingan Tegangan Fasa R Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	54
4-19	Perbandingan Tegangan Fasa S Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	54
4-20	Perbandingan Tegangan Fasa T Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	55
4-21	Perbandingan Aliran Daya Fasa R Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	55
4-22	Perbandingan Aliran Daya Fasa S Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	56
4-23	Perbandingan Aliran Daya Fasa T Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	56
4-24	Perbandingan Rugi-Rugi Daya Fasa R Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	57
4-25	Perbandingan Rugi-Rugi Daya Fasa S Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	57
4-26	Perbandingan Rugi-Rugi Daya Fasa T Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	58
4-27	Perbandingan iterasi dan waktu Metode Radisflow dengan Metode Fast Decouple .....	58

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan bagian dari system 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. Untuk lebih meningkatkan lagi kualitas maka perlu dilakukan analisa aliran daya yang dapat memberikan informasi mengenai besarnya tegangan, arus dan rugi-rugi daya pada saat pengoperasian normal.

Analisa aliran daya adalah hal sangat penting dan mendasar untuk menganalisis sistem tenaga listrik. Beberapa aplikasi terutama dalam otomatisasi dan optimasi system distribusi, memerlukan penyelesaian aliran daya yang berulang-ulang. Dalam aplikasi tersebut dibutuhkan suatu metode untuk menganalisis aliran daya seefisien mungkin.

Pada umumnya analisa aliran daya yang diterapkan pada suatu sistem adalah analisa aliran daya satu fasa dengan asumsi bahwa sistem dalam keadaan seimbang dan perhitungan didasarkan pada jaringan ekuivalen satu fasa. Sedangkan untuk sistem yang tidak seimbang diperlukan analisa aliran daya tiga fasa.

Berbagai macam metode perhitungan aliran daya telah diciptakan dan dikembangkan serta diimplementasikan dalam bentuk program komputer. Namun umumnya metode tersebut dikembangkan untuk melakukan analisa dilingkungan sistem transmisi tenaga listrik. Maka dari itu didalam skripsi ini akan dijelaskan



perhitungan pada sistem jaringan distribusi tipe radial yang mempunyai beban tidak seimbang sehingga tegangan per fasa dan arus saluran dapat diketahui dan hasilnya dapat kita terapkan untuk perhitungan rugi-rugi daya dengan menggunakan metode Radisflow. Metode ini hanya mengevaluasi suatu persamaan aljabar yang lebih sederhana. Dengan penyederhanaan persamaan akan mempermudah dan mempercepat proses perhitungan.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Mengingat pentingnya studi analisa aliran daya dalam merencanakan perluasan sistem tenaga dan menentukan operasi terbaik untuk sistem, maka permasalahan yang timbul pada saluran radial adalah :

1. Berapa besarnya tegangan tiap bus
2. Berapa aliran daya tiap-tiap saluran
3. Berapa besar rugi-rugi daya masing-masing saluran

Dari permasalahan yang timbul diatas maka skripsi ini mengamsil tema sebagai berikut :

**“ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI  
RADIAL TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN  
MENGUNAKAN METODE RADISFLOW”**

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini antara lain memberikan suatu metode alternatif untuk menganalisa besar tegangan, aliran daya dan rugi daya jaringan

distribusi dengan menggunakan metode Radisflow pada sistem distribusi radial tak seimbang.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Agar diperoleh pembahasan yang jelas serta terarah maka pada skripsi ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisa perhitungan menggunakan metode radisflow pada jaringan distribusi primer tipe radial
2. Jaringan distribusi primer yang dibahas adalah penyulang Glintung yang merupakan Out Going Gardu Induk Blimbing di PT. PLN (Persero) Cabang Malang dengan sembilan buah penyulang.
3. Faktor daya 0,86
4. Busbar dari GI Blimbing dipandang sebagai Slack Bus dan simpul-simpul yang ada sepanjang saluran dipandang Load Bus.
5. Rugi-rugi pada peralatan proteksi dan belitan trafo diabaikan.
6. Tidak membahas masalah ekonomis.
7. Analisa dilakukan hanya sebatas pengkajian beban suatu penyulang yang telah ada guna diperoleh rugi-rugi daya.

#### **1.5. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Yaitu kajian pustaka dengan mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.

## 2. Pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan adalah :

- a. Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka. Data ini dapat dilihat pada lampiran.
- b. Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini adalah single line diagram penyulang.

## 3. Simulasi dan pembahasan masalah

Analisa perhitungan tegangan, aliran daya dan rugi daya saluran menggunakan metode Radisflow pada jaringan distribusi radial tak seimbang yang disimulasikan dengan program komputer dengan bahasa pemograman Delphi 7.

### 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 tegangan 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 study aliran daya, analisa aliran daya dan rugi-rugi daya dengan metode Radisflow.

## **BAB IV : ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN TEGANGAN MENEGAH SISTEM DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG PENYULANG GLINTUNG DENGAN METODE RADISFLOW DI GARDU INDUK BLIMBING**

Pada bab ini dibahas perhitungan aliran daya jaringan 20 kV sistem distribusi radial tak seimbang dengan menggunakan metode Radisflow yang meliputi analisa jaringan dengan menentukan tegangan tiap bus, arus dan rugi daya tiap saluran.

## **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

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

## BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

### 2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.<sup>131</sup>

Di Indonesia tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat pembangkit tenaga listrik, seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU, PLTP dan PLTD yang kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tegangan (*step up transformer*) yang ada di pusat listrik. Saluran transmisi tegangan tinggi di PLN mempunyai tegangan 150 kV dan 500 kV, selanjutnya tegangan tersebut diturunkan menjadi tegangan menengah sebesar 20 kV di Gardu Induk, dengan menggunakan transformator penurun tegangan (*step down transformer*), setelah melalui jaringan distribusi, tegangan diturunkan lagi pada gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah sebesar 380/220 V untuk selanjutnya disalurkan ke pelanggan PLN.

Sebagai gambaran, diagram satu garis sistem tenaga listrik dapat diperjelas seperti gambar 2-1 dibawah ini.

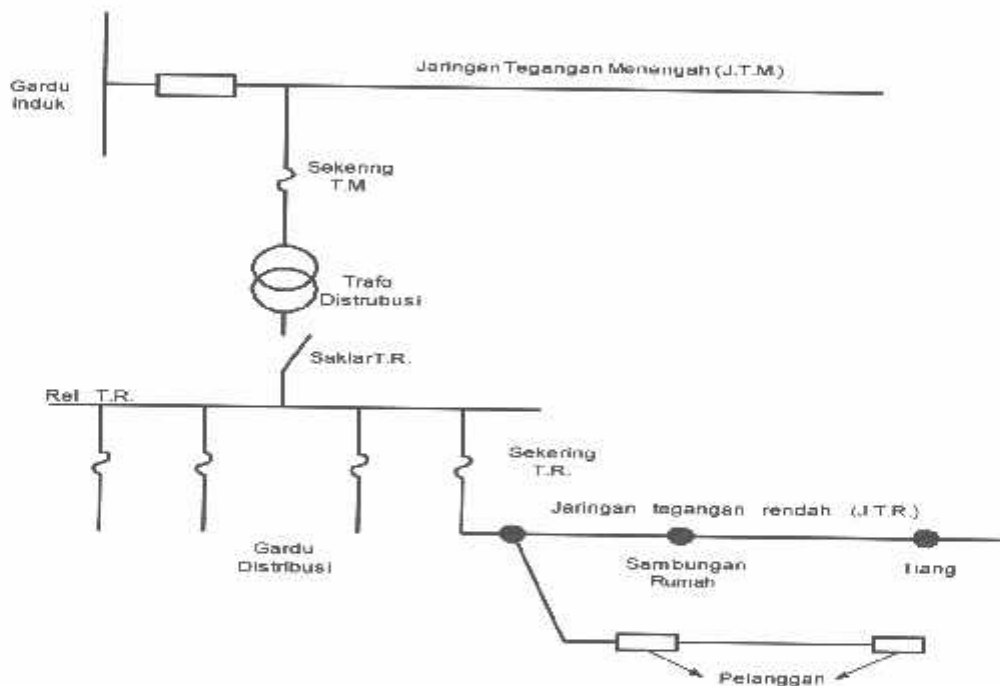


**Gambar 2-1. Diagram Satu Garis Penyaluran Energi Listrik ke Pelanggan.**

Sumber : Ir Hasan Basri, 1996, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan ISTN

Jaringan distribusi berada pada akhir sistem tenaga listrik, peranannya mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk (GI) ke konsumen melalui Gardu Distribusi. Jaringan yang keluar dari GI biasanya disebut jaringan distribusi.

Sebagai gambaran, jaringan distribusi tegangan menengah (JTM), jaringan tegangan rendah (JTR) dan sambungan rumah ke pelanggan dapat diperjelas seperti gambar 2-2 dibawah ini.



**Gambar 2-2. Jaringan distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah Ke Pelanggan**

Sumber : Djiteng Marsudji, 1990, "Operasi Sistem Tenaga Listrik", Balai penerbit dan Humas ISTN

Dalam pendistribusian tenaga listrik ke pelanggan, tegangan yang disalurkan berbeda – beda tergantung dari besar tegangan yang dibutuhkan. Untuk

konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 20 kV sedangkan untuk konsumen perumahan digunakan tegangan 220/380 Volt.

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

**a. Sistem Distribusi Primer<sup>[3]</sup>**

Suatu bagian dari suatu system distribusi yang terletak antara sisi sekunder trafo gardu induk sampai sisi prime trafo distribusi dengan tingkat tegangan yang digunakan adalah tegangan menengah yaitu 20 kV. Dan biasa disebut dengan sistem distribusi tegangan menengah (SUTM).

**b. Sistem Distribusi Sekunder<sup>[3]</sup>**

Sistem distribusi sekunder merupakan bagian yang mendistribusikan tenaga listrik secara langsung kekonsumen dengan tegangan rendah 110/170 Volt atau 220/380 Volt. Sistem jaringan yang biasanya digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik adalah sistem satu phasa dengan menggunakan dua kawat dan sistem tiga phasa dengan menggunakan empat kawat.

**2.2. Struktur Jaringan Distribusi Primer<sup>[3]</sup>**

Pendistribusian tenaga listrik ke konsumen dilakukan dengan menggunakan sistem jaringan distribusi atau penyulang distribusi. Bentuk sistem jaringan distribusi primer yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

### 2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial<sup>[3]</sup>

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk dasar yang paling sederhana dan paling banyak digunakan. Sistem ini dikatakan radial karena kenyataannya bahwa jaringan ini ditarik secara radial dari GI ke pusat-pusat beban konsumen yang dilayaninya. Pada struktur jaringan ini tidak ada alternatif pasokan tenaga listrik, karena itu tingkat keandalannya relatif rendah.

Sebagai gambaran, bentuk sederhana dari sistem distribusi radial dapat diperjelas seperti gambar 2-3 dibawah ini.



**Gambar 2-3. Bentuk Sederhana Dari Sistem Distribusi Radial**

Sumber : Ir Hasan Basri, 1996, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan ISTN

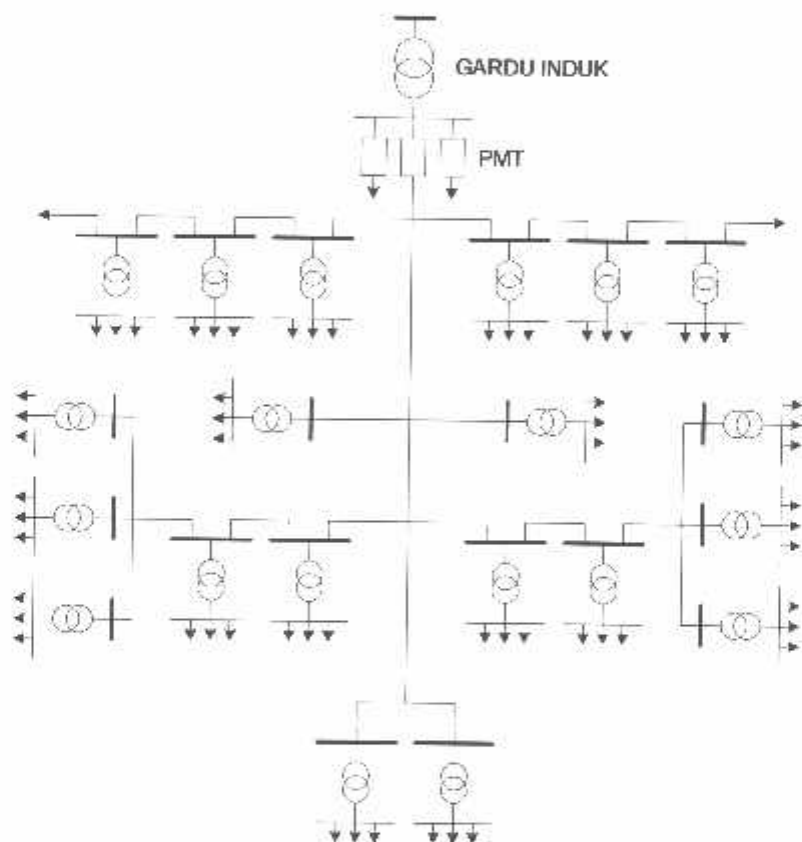
Pengaturan tegangan listrik dapat dilakukan untuk kelangsungan suplai tegangan listrik ke pelanggan. Sistem jaringan radial ganda sebagai langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini terutama bila rute dari sirkuitnya berlainan satu sama lain. Langkah lain untuk mempertinggi tingkat keandalannya dari struktur radial adalah mengupayakan pasokan daya tidak hanya dari satu arah, walaupun pada pengoperasiannya dilaksanakan secara radial.

Bentuk yang paling umum digunakan pada sistem distribusi radial adalah seperti pada gambar dibawah ini. Dapat dilihat bahwa sebuah penyulang memasok



sejumlah gardu distribusi. Jika terjadi gangguan pada jaringan tegangan menengahnya, maka pemutus beban yang ada di gardu induk akan terbuka, hal ini menyebabkan semua gardu distribusinya akan mengalami pemadaman, maka pada penyulang dipasang peralatan pemisah seperti pelebur.

Sebagai gambaran, bagan jaringan tegangan menengah sistem distribusi radial dapat diperjelas seperti gambar 2-4 dibawah ini.



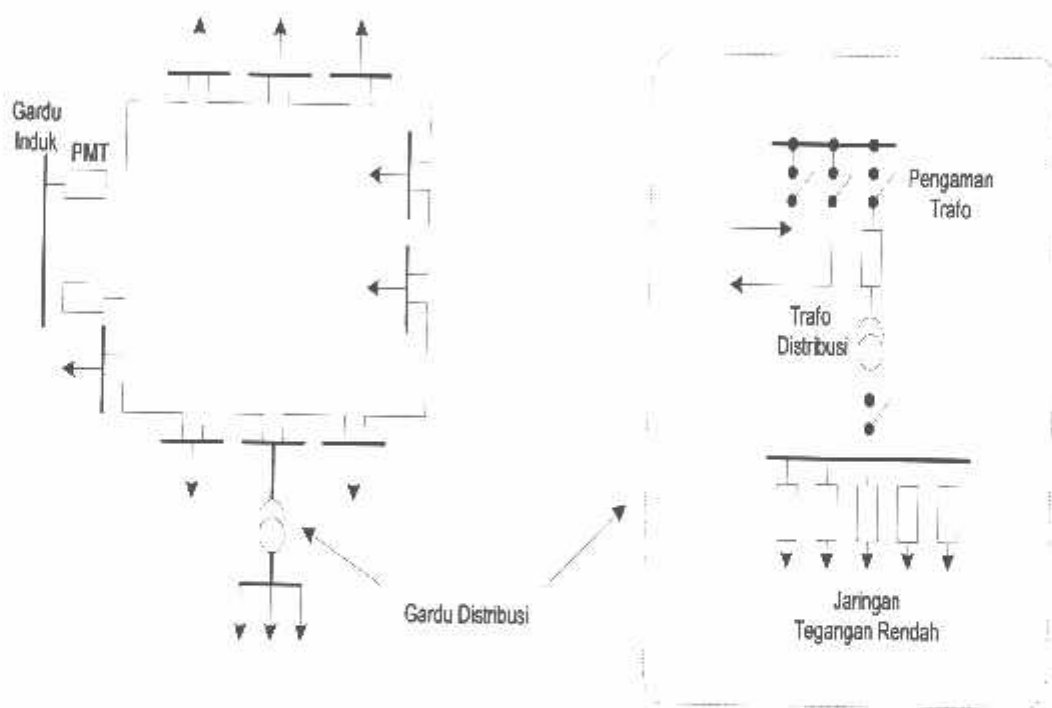
**Gambar 2-4. Bagan jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial**

Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996, "Sistem Tenaga Listrik", Balai Penerbit Dan Humas ISTN

### 2.2.2. Sistem Jaringan Distribusi Loop / Ring.<sup>[3]</sup>

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

Sebagai gambaran, jaringan tegangan menengah struktur loop yang dipasok dari satu sumber dapat diperjelas seperti gambar 2-5 dibawah ini.



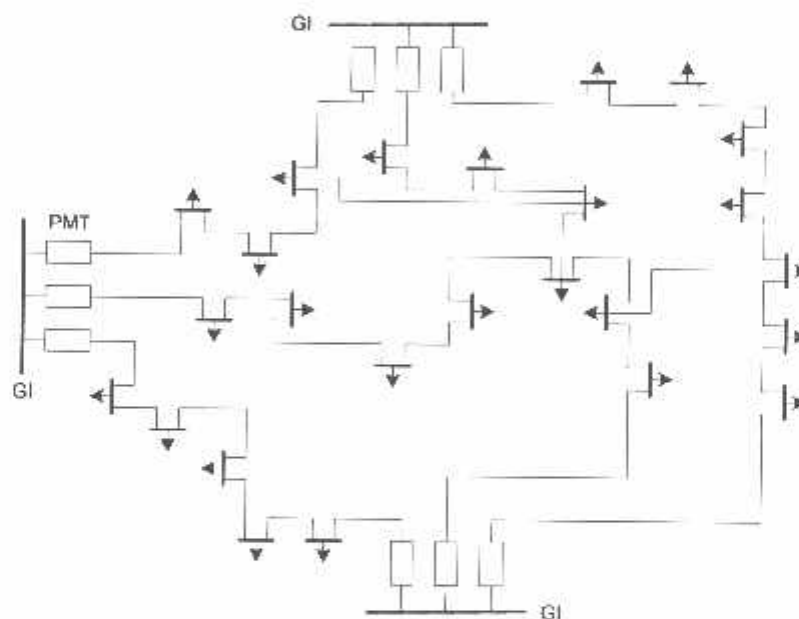
**Gambar 2-5. Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop Yang Dipasok Dari Satu Sumber**

Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan Humas ISTN

### 2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi Mesh.<sup>[3]</sup>

Jaringan Distribusi Mesh merupakan jaringan yang strukturnya kompleks, dimana kelangsungan penyaluran dan pelayanannya diutamakan. Struktur jaringan ini umumnya digunakan pada jaringan tegangan rendah yang kepadatan bebannya cukup tinggi.

Sebagai gambaran, jaringan tegangan menengah struktur mesh dapat diperjelas seperti gambar 2-6 dibawah ini.



**Gambar 2-6. Jaringan Tegangan Menengah Struktur Mesh**

Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik," Balai Penerbit dan Humas ISTN.

### 2.3. Rugi - Rugi Daya Saluran Distribusi.<sup>[3]</sup>

Rugi daya adalah besarnya daya yang hilang dalam proses penyaluran daya listrik. Rugi daya ini terdiri dari rugi daya aktif dan daya reaktif. Rugi-rugi ini dapat terjadi pada penyulang / jaringan suatu sistem tenaga listrik seperti :

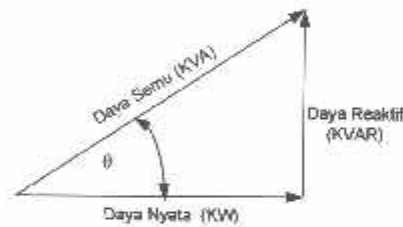
- a. Rugi pada penyulang utama dan peralatan saluran.
- b. Rugi pada trafo distribusi.

**2.4. Segitiga Daya.<sup>[3]</sup>**

Faktor daya adalah suatu besaran yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara daya aktif dan daya semu, sehingga dapat dirumuskan pada persamaan berikut :

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{KW}{KVA} \dots\dots\dots (2.1)$$

Sebagai gambaran, segitiga daya dapat diperjelas seperti gambar 2-7 dibawah ini.



**Gambar 2-7. Segitiga Daya**

Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik," Balai Penerbit dan Humas ISTN.

Faktor daya ( $\cos \phi$ ) akan mendahului (leading) apabila arus mendahului tegangan dan akan tertinggal (lagging) bila arus terbelakang terhadap tegangan. Dengan diketahui besarnya faktor daya yang terjadi atau  $\cos \phi$ , maka berdasarkan gambar diatas dapat ditentukan nilai masing - masing daya yaitu sebagai berikut :

1. Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif, rumusnya sebagai berikut  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$  dengan satuan kVA.

2. Daya aktif adalah daya yang terpakai, yaitu daya yang dapat dikonversikan ke bentuk lain, rumusnya sebagai berikut  $P = V \times I \times \cos\phi$  dengan satuan KW.
3. Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif, rumusnya sebagai berikut  $Q = V \times I \times \sin\phi$  dengan satuan KVAR.

### 2.5. Sistem Per-Unit.<sup>[2]</sup>

Untuk memudahkan perhitungan-perhitungan dalam sistem tenaga listrik digunakan sistem p.u. (per unit) yang didefinisikan sebagai perbandingan harga yang sebenarnya dengan harga dasar (*base value*), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Besaran Per - Unit} = \frac{\text{Besaran Sebenarnya}}{\text{Besaran Dasar Dengan Dimensi Yang Sama}} \dots(2.2)$$

Rumus yang digunakan untuk penentuan arus dasar dan impedansi dasar adalah:

- Untuk data 1 fasa

Arus dasar :

$$I_d = \frac{\text{KVA dasar 1 fasa}}{\text{kV dasar L - N}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Impedansi dasar :

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.4) \\ &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \end{aligned}$$

➤ Untuk data 3 fasa

$$I_d = \frac{\text{KVA dasar 3 fasa}}{\sqrt{3} \text{ kV dasar L - L}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L - L})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 3 fasa}} \dots\dots\dots (2.6) \\ &= \frac{(\text{kV dasar L - L})^2}{\text{MVA dasar 3 fasa}} \end{aligned}$$

## BAB III

### METODE PENYELESAIAN STUDI ALIRAN DAYA

#### 3.1. Analisa Aliran Daya

Dengan semakin kompleksnya problem didalam system tenaga listrik, sebagai akibat dari meningkatnya permintaan konsumen, bertambahnya jumlah saluran transmisi dan distribusi, maka perlu adanya studi aliran daya dalam analisa system tenaga listrik. Mempelajari aliran daya ini dilakukan untuk menentukan :

1. Aliran daya aktif dan reaktif pada cabang-cabang rangkaian.
2. Mengetahui besar tegangan tiap saluran.
3. Mengetahui besar rugi-rugi daya tiap saluran.

#### 3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya

Didalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter-parameter listrik yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya *magnitude* tegangan  $|V|$ , sudut fasa tegangan  $\delta$ , daya nyata P dan daya reaktif Q.

Daya nyata P mempunyai ketergantungan yang kuat dengan sudut fasa tegangan  $\delta$  dan daya reaktif Q mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besar tegangan  $|V|$ . Bila P dan Q berubah, maka  $\delta$  dan V berubah pula demikian sebaliknya.

### 3.3. Klasifikasi Bus

Terdapat 4 (empat) besaran pada setiap bus atau rel dalam sistem tenaga listrik, yaitu *magnitude* tegangan  $|V|$ , beda fasa  $\delta$ , daya aktif 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 bus*, PV bus / generator dan PQ bus atau *load bus*.

#### 3.3.1. Slack Bus / Swing Bus

Pada bus ini  $|v|$  dan  $\delta$  sudah ditentukan besarnya sementara P dan Q dihitung. Biasanya nilai  $|v|$  adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan  $\delta$  berharga nol, karena itu fasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

#### 3.3.2. P-V Bus / Generator Bus

Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkitan dimana  $|v|$  diatur menggunakan regulator tegangan dan P diatur dengan governor. Sehingga untuk bus ini P dan  $|v|$  diketahui. Sementara Q (daya reaktif) dan  $\delta$  (sudut fasa) dicari.

#### 3.3.3. P-Q Bus / Load Bus

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk beban dimana P daya aktif dan Q daya reaktif diketahui, sementara  $|v|$  dan  $\delta$  berubah – ubah menurut kebutuhan. Oleh karena itu,  $|v|$  dan  $\delta$  harus ditentukan (dicari).



### 3.4. Pemodelan Beban <sup>[1]</sup>

Didalam sistem tenaga, daya mengalir dari pusat-pusat pembangkit ke pusat-pusat beban. Dalam proses ini banyak hal yang perlu diperhatikan antara lain keadaan tegangan setiap titik/rel dan aliran daya dalam saluran.

Tegangan hasil perhitungan pada setiap titik/rel yang digunakan untuk menentukan hasil aliran daya dapat ditentukan dengan pendekatan pemodelan beban.

Umumnya pada beberapa metode aliran daya sebuah beban dianggap sebagai daya aktif dan reaktif yang konstan. Hal ini dikenal dengan model beban daya konstan dan tidak dipengaruhi *magnitude* tegangan. Dengan kata lain selain sebagai model daya beban daya konstan, sebuah beban dapat dimodelkan sebagai impedansi konstan dan arus konstan. Pada model beban arus konstan daya aktif dan daya reaktif pada beban berubah secara linier terhadap *magnitude* tegangan. Pada model beban impedansi konstan, daya aktif dan daya reaktif berubah secara kuadratik terhadap *magnitude* tegangan. Variasi daya aktif dan reaktif dengan *magnitude* tegangan yang mempunyai karakteristik berbeda digunakan pada bentuk *eksponensial* untuk komponen aktif dan reaktif pada beban daya diatas. Didalam algoritma nilai  $k_1 = 1.38$  dan  $k_2 = 3.22$

Pernyataan umum untuk daya aktif dan reaktif yang nyata pada suatu beban untuk model-model beban diatas adalah : (H.M. Mok and S.Elangovan, "Power Flow Analysis for Balanced and Unbalanced Radial Distribution Systems", National University of Singapura).

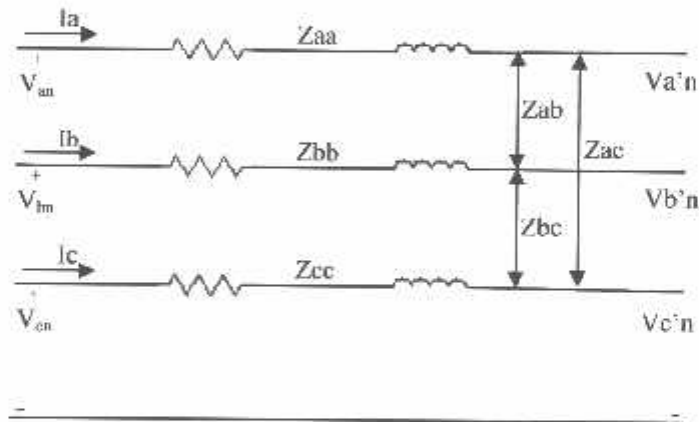
$$P = P_0 V^{k_1} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$Q = Q_0 V^{k_2} \dots\dots\dots (3.2)$$

- (i)  $k_1=k_2=0$  untuk beban daya konstan
- (ii)  $k_1=k_2=1$  untuk beban arus konstan
- (iii)  $k_1=k_2=2$  untuk beban impedansi konstan
- (iv)  $k_1=1.38, k_2=3.22$  untuk beban eksponensial

### 3.5. Dasar Pemikiran Model Saluran [6]

Suatu diagram rangkaian ekuivalen pada sebuah saluran 3 fasa yang ditunjukkan pada gambar 3-1. Parameter saluran pada gambar merupakan dasar pemikiran dari J. R. Carson (1926).



**Gambar 3-1. Model Saluran 3 Fasa**

Matrik 4x4 yang digunakan terdapat impedansi dan persamaan impedansinya :

$$[Z_{abcn}] = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} & Z_{an} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} & Z_{bn} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} & Z_{cn} \\ Z_{na} & Z_{nb} & Z_{nc} & Z_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.3)$$

Untuk pentanahan yang baik, maka  $V_n$  diasumsikan nol yang kemudian dapat diaplikasikan kedalam reduksi Kron.

### 3.6. Pembentukan Persamaan Carson <sup>[6]</sup>

Persamaan Carson ini berawal dari pertimbangan Carson akan dua konduktor saluran udara yang berada pada permukaan tanah. Jika dibayangkan, dalam pengiriman arus dari tegangan awal hingga tegangan akhir untuk konduktor pertama merupakan impedansi sendiri atau *self impedance* sedangkan dalam pengiriman arus dari tegangan awal hingga tegangan akhir untuk konduktor pertama dan konduktor kedua maka timbul impedansi diantaranya yang merupakan impedansi bersama atau *mutual impedance* (gambar 3-2). Dalam pengoperasiannya rangkaian ini maka akan timbul tegangan jatuh atau *voltage drop* pada konduktor. Selain itu dalam analisisnya, Carson membuat tiga pengandaian yaitu :

1. Tanah adalah homogen, dan resistivitas tanah konstan. Harga resistivitas ini berbeda-beda dengan keadaan tanah mulai dari 1 sampai 10.000 meter-ohm, yaitu dari basah sampai kering (gurun pasir). Hingga rata-rata diambil 100 meter-ohm.
2. Rangkaian yang diselidiki itu adalah bagian dari rangkaian yang panjangnya tidak terhingga.
3. Tanah mempunyai permukaan yang datar dan tak terhingga luas dan dalamnya.

Didalam analisisnya, Carson memilih satu rangkaian yang terdiri dari dua kawat, dan masing-masing kawat memakai tanah sebagian jalan balik arus, seperti pada gambar 3-2. Modifikasi persamaan ini bentuk persamaan Carson adalah sebagai berikut :

$$Z_{i,j} = R_{i,j} + \Delta R_{i,j} + j \left( \omega \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left( \frac{D_{i,j}}{d_{i,j}} \right) + \Delta X_{i,j} \right) \frac{\text{ohm}}{\text{m}} \dots\dots\dots (3.4)$$

$\Delta R_{i,j}$  dan  $\Delta X_{i,j}$  merupakan koreksi persamaan Carson, dimana :

$$\begin{aligned} \Delta R_{i,j} &= 2 \cdot 10^{-3} \cdot \omega \left[ \frac{1}{8} - \frac{\sqrt{2}}{6\pi} \cdot a \cdot \cos \phi_{i,j} \right] \\ \Delta X_{i,j} &= \frac{2 \cdot 10^{-3} \omega}{\pi} \left[ 0,5 \left( \ln \left( \frac{1,851382}{a} \right) \right) + \frac{\sqrt{2}}{6\pi} \cdot a \cdot \cos \phi_{i,j} \right] \dots\dots\dots (3.5) \\ a &= \sqrt{5} \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \left( D_{i,j} \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho}} \right) \end{aligned}$$

Keterangan :  $f$  = Frekuensi (Hz)

$\rho$  = Resistansi tanah (ohm-m)

Sehingga,

$$Z_{i,j} = R_{i,j} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\omega}{8} + j \left( 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\omega}{2\pi} \right) \left[ \ln \left[ \left( \frac{1}{2\pi} \right) \left( \frac{1,85138}{1000 \cdot \sqrt{5} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho}}} \right) \right] \right] \frac{\text{ohm}}{\text{m}}$$

$R_{i,j}$  Merupakan resistansi pada antar konduktor dan biasanya diabaikan atau 0, sedangkan untuk  $R_{i,j}$  ada pada tiap konduktor yang besarnya tergantung dari jenis konduktor dan arus bolak-balik itu sendiri. Untuk  $\rho = 100$  ohm-m,  $f = 60$  Hz,  $d_{i,j}$  dalam feet dan  $Z_{i,j}$  diubah dalam bentuk ohm per mile, maka :

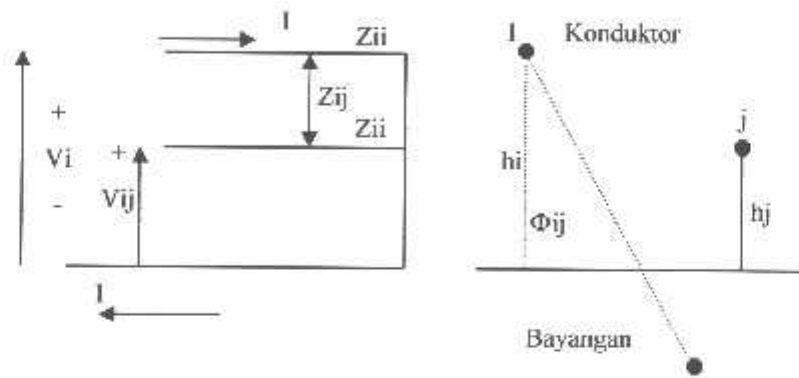
$$Z_{i,j} = R_{i,j} + 0,0953 + j0,12134 \cdot \left( \ln \left( \frac{1}{GMR_i} \right) + 7,934 \right) \text{ ohm/mile} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$Z_{i,j} = 0,0953 + j0,12134 \cdot \left( \ln \left( \frac{1}{d_{i,j}} \right) + 7,934 \right) \text{ ohm/mile} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana :

- $R_{ij}$  adalah resistansi konduktor (ohm/mile).
- GMR adalah *geometric mean radius conductor* (ft).
- $d_{ij}$  adalah jarak antar konduktor i dan j (ft).

Dasar pemikiran persamaan Carson dapat dilihat pada gambar 3-2 dibawah ini :



**Gambar 3-2. Dasar Pemikiran Persamaan Carson**

### 3.7. Reduksi Kron <sup>[6]</sup>

Dalam matrik impedansi kita mengenal reduksi kron. Adapun reduksi kron tersebut digunakan dalam penghapusan simpul-simpul jaringan dengan memanipulasi matrik pada persamaan simpul standar. Tetapi hanya simpul-simpul dimana arus tidak masuk atau meninggalkan jaringan saja yang dapat dihapus.

Persamaan simpul standar dalam notasi matrik dinyatakan sebagai :

$$I = \frac{V}{Z_{prim}} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana I dan V adalah matrik kolom dan  $Z_{prim}$  atau *primitive impedance matrik* itu dalam saluran 3 fasa dengan 1 netral dalam matrik 4x4 adalah matrik bujur sangkar simetris. Untuk bentuk saluran impedansi *primitive* sesuai dengan gambar 3-1.

$$[Z_{prun}] = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} & Z_{ad} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} & Z_{bd} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} & Z_{cd} \\ Z_{da} & Z_{db} & Z_{dc} & Z_{dd} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.9)$$

Matrik bujursangkar simetris harus diatur sedemikian sehingga unsur yang bersesuaian dengan simpul yang akan dihapuskan berada pada baris bawah matrik tersebut. Matrik impedansi disekat sedemikian sehingga unsur yang ditandai hanya dengan simpul yang akan dihapuskan terpisah dari unsur-unsur lainnya oleh garis mendatar dan tegak. Bila disekat menurut aturan tersebut diatas maka persamaan (3.9) dimisalkan sebagai berikut :

$$Z = \begin{bmatrix} K & L \\ L^T & M \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.10)$$

Impedansi sendiri atau bersama yang membentuk K adalah yang ditandai hanya dengan simpul yang tetap ada. M terdiri dari impedansi sendiri dan bersama yang ditandai hanya dengan simpul yang akan dihapuskan. M ini adalah sebuah matrik bujursangkar yang ordennya sama seperti banyaknya simpul yang akan dihapuskan. L dan transposnya  $L^T$  hanya terdiri dari impedansi-impedansi bersama yang dimiliki oleh simpul yang akan tertinggal dan simpul yang akan tertinggal dan simpul yang akan dihapuskan.

Metode penyekatan matrik adalah metode umum yang lebih sesuai untuk penyelesaian dengan komputer. Tetapi untuk penghapusan suatu jumlah simpul yang besar, matrik M yang kebalikannya harus dicari juga akan besar. Pembalikan suatu matrik dapat dihindarkan dengan menghapuskan setiap kali satu simpul saja, dan prosesnya menjadi sangat sederhana. Simpul yang akan dihapuskan haruslah

yang bernomor yang paling tinggi, dan penomoran kembali mungkin diperlukan. Matrik M menjadi berunsur tunggal dan  $M^{-1}$  adalah kebalikan dari unsur tersebut. Matrik impedansi asli disekat menjadi matrik K, L,  $L^T$ , dan M adalah :

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} \dots & Z_{1j} \dots & Z_{1n} \\ Z_{k1} \dots & Z_{kj} \dots & Z_{kn} \\ Z_{n1} \dots & Z_{nj} \dots & Z_{nn} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.11)$$

Kemudian persamaan simpul (3.10) yang mempunyai matrik impedansi

$$Z = K - LM^{-1}L^T \dots \dots \dots (3.12)$$

Direduksi dalam persamaan (3.12) menjadi :

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{1j} \\ Z_{k1} & Z_{kj} \end{bmatrix} - \frac{1}{Z_{nn}} \begin{bmatrix} Z_{1n} \\ Z_{kn} \end{bmatrix} [Z_{n1} \dots Z_{nj} \dots] \dots \dots \dots (3.13)$$

Sehingga setelah manipulasi matrik yang ditunjukkan ini selesai, dengan memasukkan *primitive impedance matrix* (persamaan 3.10) kedalam persamaan matrik 3x3 dengan reduksi kron pada persamaan (3.12), maka dihasilkan sebagai berikut :

$$Z_{k,j}(baru) = Z_{k,j}(asli) - \frac{Z_{kn} \cdot Z_{nj}}{Z_{nn}} \dots \dots \dots (3.14)$$

Jika diaplikasikan kedalam saluran tiga fasa yang terdiri dari  $n$  fasa ekuivalen dan netral konduktor, hasil *primitive impedance* akan  $n \times n$ . Dengan menurunkan matrik impedansi ini kedalam reduksi kron maka persamaan (3.14) dalam bentuk sekat adalah :

$$[Z_{abc}]_{(Baru)} = [Z_{abc}]_{(Asli)} - [Z_{an}] [Z_{nn}]^{-1} [Z_{na}] \dots \dots \dots (3.15)$$

### 3.8. Metode Radisflow Untuk Sistem Distribusi Tak Seimbang<sup>[1]</sup>

Dalam penelitian ini untuk menghitung aliran daya dan rugi-rugi daya dengan menggunakan metode RaDisFlow ini cocok dikembangkan karena mempunyai kelebihan dari metode lain diantaranya perhitungan matematikanya lebih sederhana dan efisien. Perhitungan metode analisis aliran daya yang dikembangkan lebih sederhana sehingga konvergensi dari proses perhitungan dijamin akan tercapai.

Untuk aliran daya tiga fasa pada system distribusi radial tak seimbang, tegangan pada bus 'n' untuk masing-masing fasa pada cabang system distribusi radial tak seimbang adalah ditunjukkan pada persamaan (3.16 - 3.18) sebagai berikut :

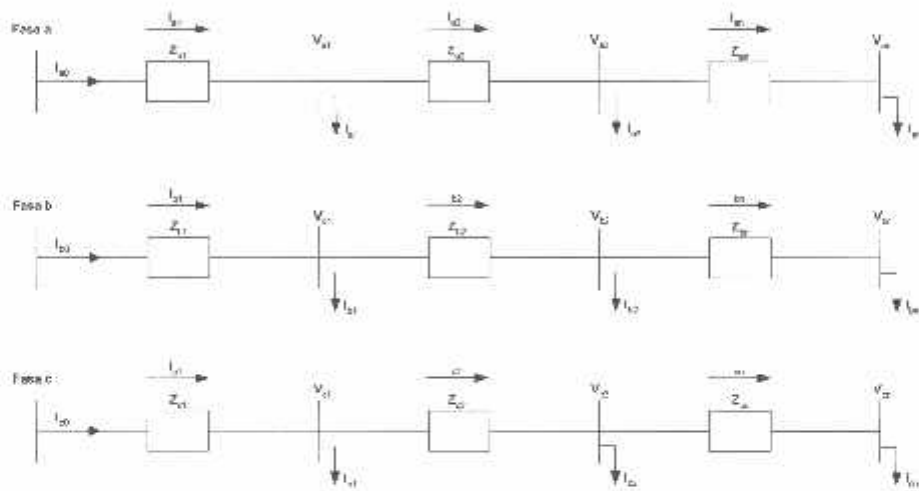
$$\begin{aligned}
 V_{an} &= V_{av} - I_{an} \sum_{k=1}^n Z_{aak} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{ak} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{aai} \right) \\
 &\quad - I_{ab} \sum_{k=1}^n Z_{abk} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{bk} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{abi} \right) \dots\dots\dots (3.16) \\
 &\quad - I_{ac} \sum_{k=1}^n Z_{ack} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{ck} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{aci} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{bn} &= V_{bv} - I_{bn} \sum_{k=1}^n Z_{bbk} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{bk} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{bbi} \right) \\
 &\quad - I_{ba} \sum_{k=1}^n Z_{abk} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{ak} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{abi} \right) \dots\dots\dots (3.17) \\
 &\quad - I_{bc} \sum_{k=1}^n Z_{bck} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{ck} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{bci} \right)
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 V_{cn} &= V_{cs} - I_{ca} \sum_{k=1}^n Z_{cak} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{ck} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{aci} \right) \\
 &\quad - I_{ca} \sum_{k=1}^n Z_{ack} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{ck} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{uci} \right) \dots\dots\dots (3.18) \\
 &\quad - I_{cb} \sum_{k=1}^n Z_{bck} + \sum_{k=1}^{n-1} I_{bk} \left( \sum_{i=k+1}^n Z_{bci} \right)
 \end{aligned}$$

Pengontrolan arus pada tegangan sumber dapat ditunjukkan pada gambar 3-3 dibawah ini :



**Gambar 3-3. Rangkaian Persamaan Tiga Fasa Pada Sebuah Cabang**

untuk iterasi pada diagram feeder tunggal dapat dilihat pada gambar 3-4 dibawah ini :



**Gambar 3-4. Diagram Feeder Tunggal**

$$I_n = \left( \frac{S_n}{V_n} \right)^* \dots\dots\dots(3.19)$$

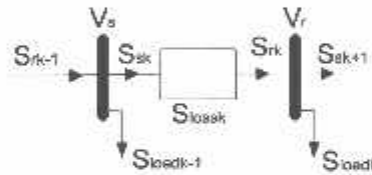
$$|V_i - V_{i-1}| < 0.0001 \text{ pu} \dots\dots\dots(3.20)$$

untuk menghitung total beban cabang pada masing-masing cabang, dilakukan dengan menjumlahkan masing-masing beban dari cabang dan rugi-rugi sepanjang bagian dari bus akhir sampai bus sumber dari cabang yang ditunjukkan pada persamaan (3.21-3.23) dan dapat dilihat pada gambar 3-5.

$$S_{sk} = S_{rk} + S_{lossk} \dots\dots\dots(3.21)$$

$$S_{rk} = S_{sk+1} + S_{loadk} \dots\dots\dots(3.22)$$

$$S_{lossk} = \frac{|S_{rk}|^2}{|V_r|^2} Z_k \dots\dots\dots(3.23)$$



**Gambar 3-5. Model Saluran Pendek Dari Sebuah Cabang**

**BAB IV**  
**ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN TEGANGAN MENEGAH**  
**SISTEM DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG**  
**PENYULANG GLINTUNG DENGAN METODE RADISFLOW**  
**DI GARDU INDUK BLIMBING**

**4.1. Analisa Dengan Metode Radisflow**

Telah banyak modifikasi yang saat ini bisa menjadi pilihan bagi kita dalam penyelesaian masalah aliran daya. Hal ini sangat dipengaruhi oleh berbagai pertimbangan terhadap beberapa kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode yang ada saat ini. Suatu metode yang baik dapat memenuhi beberapa kriteria, antara lain tingkat konvergensi, penyimpangan atau kesalahan yang terjadi, kecepatan perhitungan dan memori yang dibutuhkan dalam proses perhitungan.

Untuk solusi dari permasalahan-permasalahan diatas maka digunakan suatu alternative metode yang disebut metode Radisflow dimana kelebihan dari metode ini antara lain :

- Dapat dipakai untuk jaringan radial.
- Dapat dipakai untuk perhitungan aliran daya beban tidak seimbang.

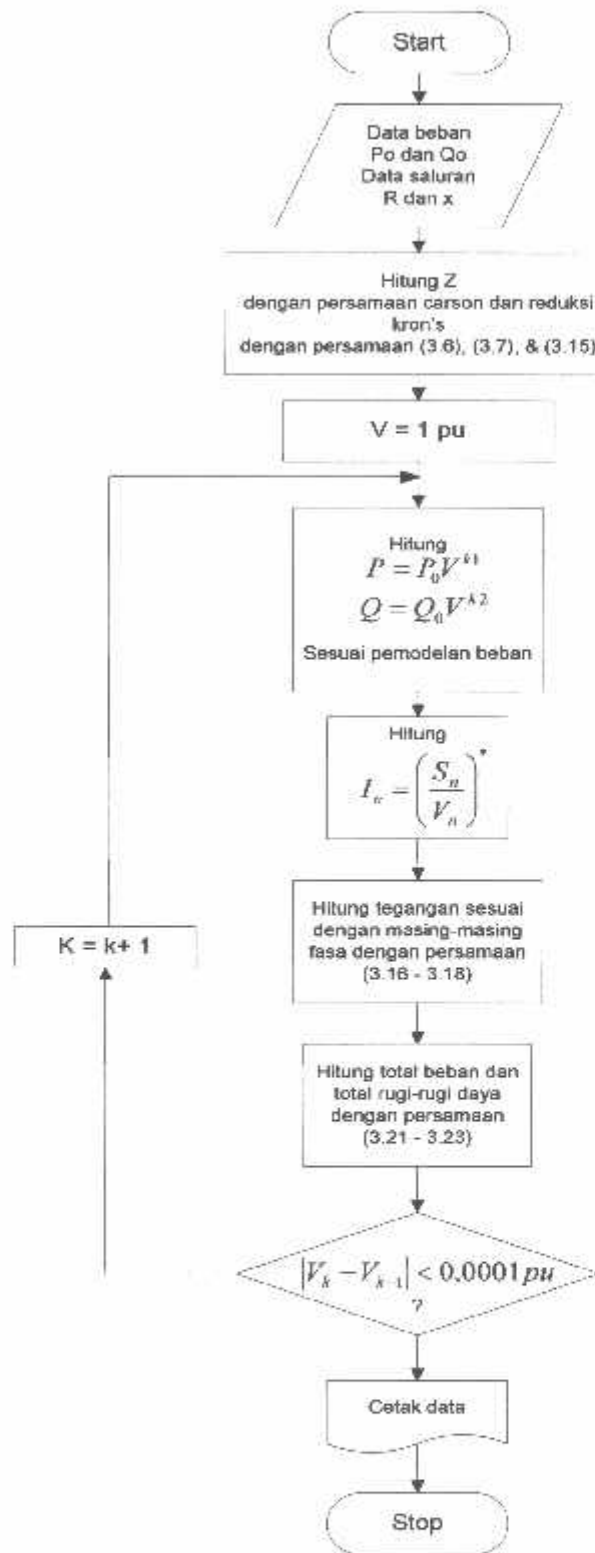
Pada prinsipnya penggunaan program komputer dapat menganalisa sebuah sitem distribusi radial dengan jumlah cabang atau jumlah bus yang tidak terbatas tergantung dari tersedianya jumlah memori yang tersedia pada komputer yang digunakan.

#### 4.2. Algoritma Penyelesaian Masalah

Analisa penyelesaian perhitungan aliran daya dengan metode RaDisFlow pada jaringan distribusi radial tak seimbang di GI Blimbing mengikuti algoritma sebagai berikut.

1. Baca data sistem, yaitu : data saluran dan data pembebanan.
2. Menghitung impedansi saluran dengan persamaan (3.6), (3.7) dan (3.15).
3.  $V = 1 \text{ pu}$ .
4. Menghitung aliran daya pemodelan beban sesuai dengan persamaan (3.1 & 3.2).
5. Menghitung  $I$  tiap-tiap saluran sesuai persamaan (3.19).
6. Menghitung  $V$  sesuai masing-masing fasa dengan persamaan (3.16-3.18).
7. Menghitung total beban dan total rugi-rugi daya dengan persamaan (3.21), (3.22), dan (3.23).
8. Jika besar  $|V_k - V_{k-1}| < 0,0001 \text{ pu}$  maka ke langkah 7, jika tidak kembali ke langkah 3 dengan iterasi yang terakhir ditambah satu kali.
9. Cetak hasil perhitungan.
10. Stop.

### 4.3 Flowchart Penyelesaian Masalah



Gambar 4.1 Flowchart Penyelesaian Masalah

#### 4.4. Data Perhitungan

Data yang dipergunakan diperoleh dari Gardu Induk Blimbing Malang yang melayani 9 (sembilan) buah penyulang dengan 3 (tiga) buah trafo masing-masing 150/20 kV-30 MVA dan 150/20 kV-15 MVA. Sistem distribusi radial GI Blimbing memakai tegangan distribusi 20 kV.

Sebelum perhitungan dilakukan, terlebih dahulu ditetapkan dari *single line diagram*, bahwa yang dijadikan *slack bus* adalah *busbar* dari gardu induk Blimbing, sedangkan node-node yang ada sepanjang saluran dipandang sebagai *load bus*. Data yang ada, terlebih dahulu dirubah kedalam satuan per-unit untuk mempermudah proses perhitungan. Nilai dasar yang digunakan adalah :

1. Tegangan Dasar = 20 kV.
2. Daya Dasar = 100 kVA.

##### 4.4.1. Data Saluran

Untuk penyaluran tenaga listrik dari gardu induk Blimbing sampai kepelanggan, pada penyulang Glintung digunakan saluran jenis hantaran udara, dengan spesifikasi jenis konduktor yang digunakan adalah sebagai berikut :

**TABEL 4-1**  
**DATA PENYULANG SISTEM 20 kV GI BLIMBING**

Jenis Konduktor	Penampang Nominal (mm) <sup>2</sup>	Impedansi Urutan Positif (Ω/km)	GMR (mm)	Kuat Hantar Arus (A)
AAAC	150	0,2162 + j0,3305	5,2365	425
AAAC	120	0,2688 + 0,3376	4,6837	365

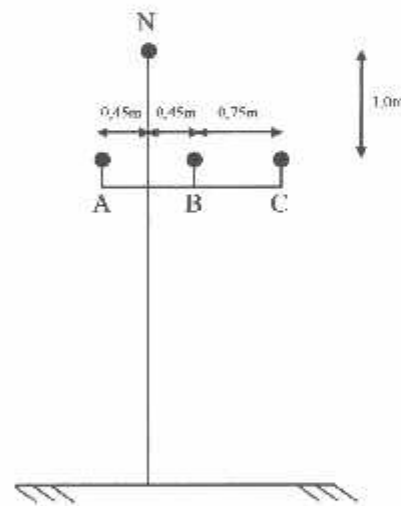
Adapun data saluran penyulang Glintung seperti pada tabel 4-2

**TABEL 4-2**  
**DATA SALURAN PENYULANG GLINTUNG**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Panjang (m)	Impedansi ( $\Omega$ )	
				R	X
1	0	1	303	0.06551	0.10014
2	1	2	412	0.08907	0.13617
3	2	3	19	0.00411	0.00628
4	3	4	252	0.05448	0.08329
5	4	5	148	0.03199	0.04891

Tabel 4-2 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Suatu struktur dan jarak antar konduktor ditunjukkan pada gambar 4-2 dibawah ini :



**Gambar 4-2. Struktur Dan Jarak Antar Konduktor**

Sumber : SPLN-64 : 1985 "Petunjuk Pemilihan Dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah" Hal 65.

#### 4.4.2. Data Pembebanan

Data pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing-masing trafo distribusi, dimana besarnya beban pada masing-masing fasa tidak seimbang. Jika besarnya pembebanan adalah nol, maka pada node tidak terdapat trafo distribusi tetapi hanya merupakan simpul. Pada tahap ini rugi-rugi yang terjadi pada trafo distribusi diabaikan, adapun data pembebanan seperti pada tabel 4-3.

**TABEL 4-3**  
**DATA PEMBABANAN PENYULANG GLINTUNG**

No Node	Tegangan Awal		Pembebanan						Type Bus
			R		S		T		
	V (pu)	$\theta$ (°)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	
0	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Slack
1	1.0000	0.0000	46,1648	27,3926	31,0288	18,4114	34,2452	20,3199	Load
2	1.0000	0.0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Load
3	1.0000	0.0000	10,9736	6,5114	10,0276	5,9500	13,2440	7,8585	Load
4	1.0000	0.0000	38,2184	22,6755	43,8944	26,0454	45,4080	26,9435	Load
5	1.0000	0.0000	21,1904	12,5736	23,8392	14,1454	26,6772	15,8293	Load

Tabel 4-3 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

#### 4.5. Analisa Perhitungan

Perhitungan aliran daya diawali dengan melakukan studi aliran daya dengan metode Radisflow. Studi aliran daya dilakukan untuk mengetahui harga tegangan di tiap-tiap bus dan arus yang mengalir pada saluran antar bus. Setelah studi aliran daya dilakukan, barulah dilakukan perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada saluran.



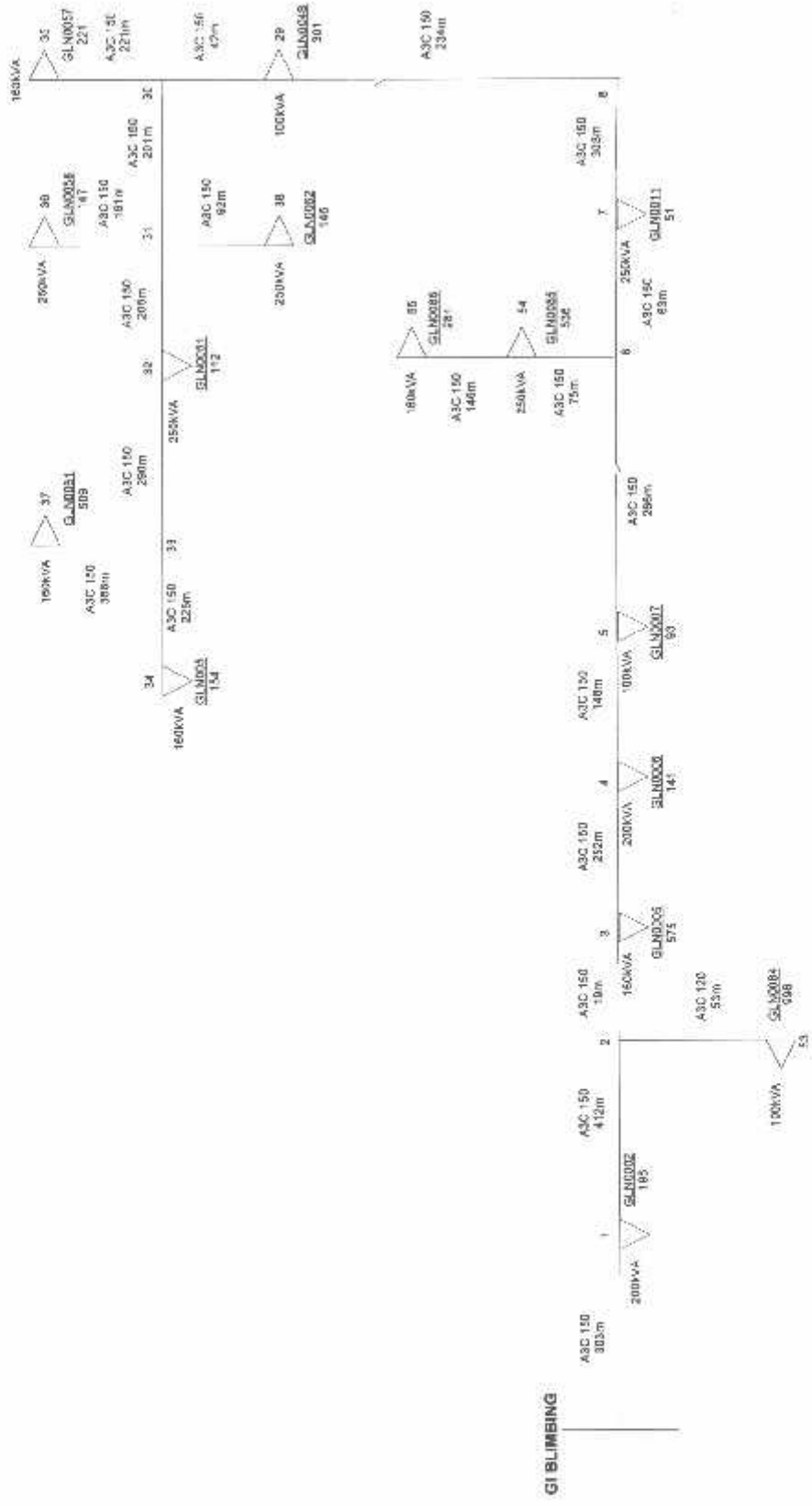
Untuk memudahkan perhitungan dan analisa pada sistem tenaga, biasanya dipakai harga-harga dalam per-satuan. Harga per-satuan adalah harga yang sebenarnya dibagi dengan harga dasar, harga dasar ini dapat dipilih sembarang. Harga yang dipilih pada studi ini adalah 20 kV dan 100 kVA sebagai harga tegangan dasar dan daya dasar. Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan pengukuran faktor daya maka pada perhitungan ini diambil harga faktor daya sebesar 0,86.

#### **4.5.1. Perhitungan Aliran Daya Penyulang Glitung**

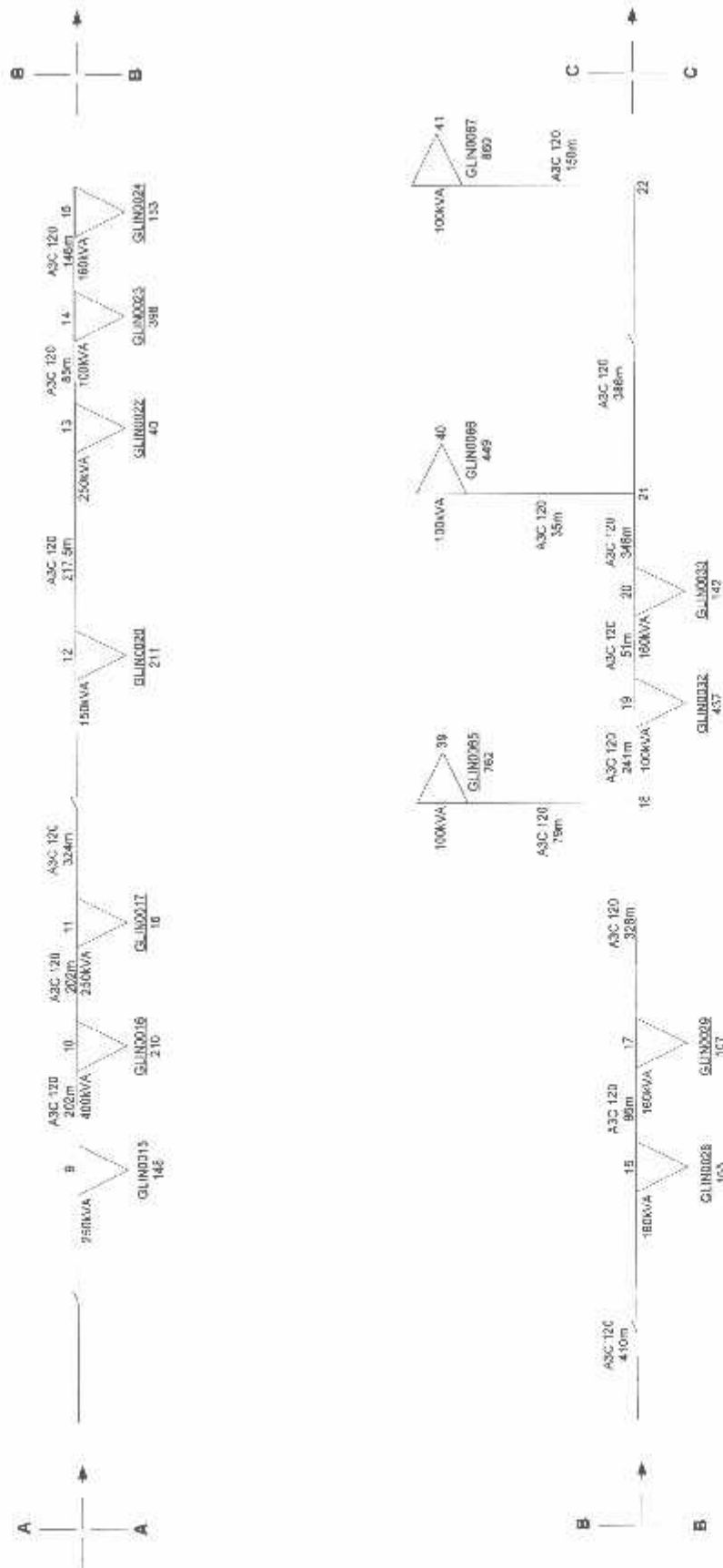
Perhitungan diawali dengan menampilkan single line diagram dari penyulang yang mewakili keadaan sistem yang sesungguhnya. Dari gambar 4-3 diperlihatkan single line diagram dari penyulang Glitung. Pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing-masing adalah :

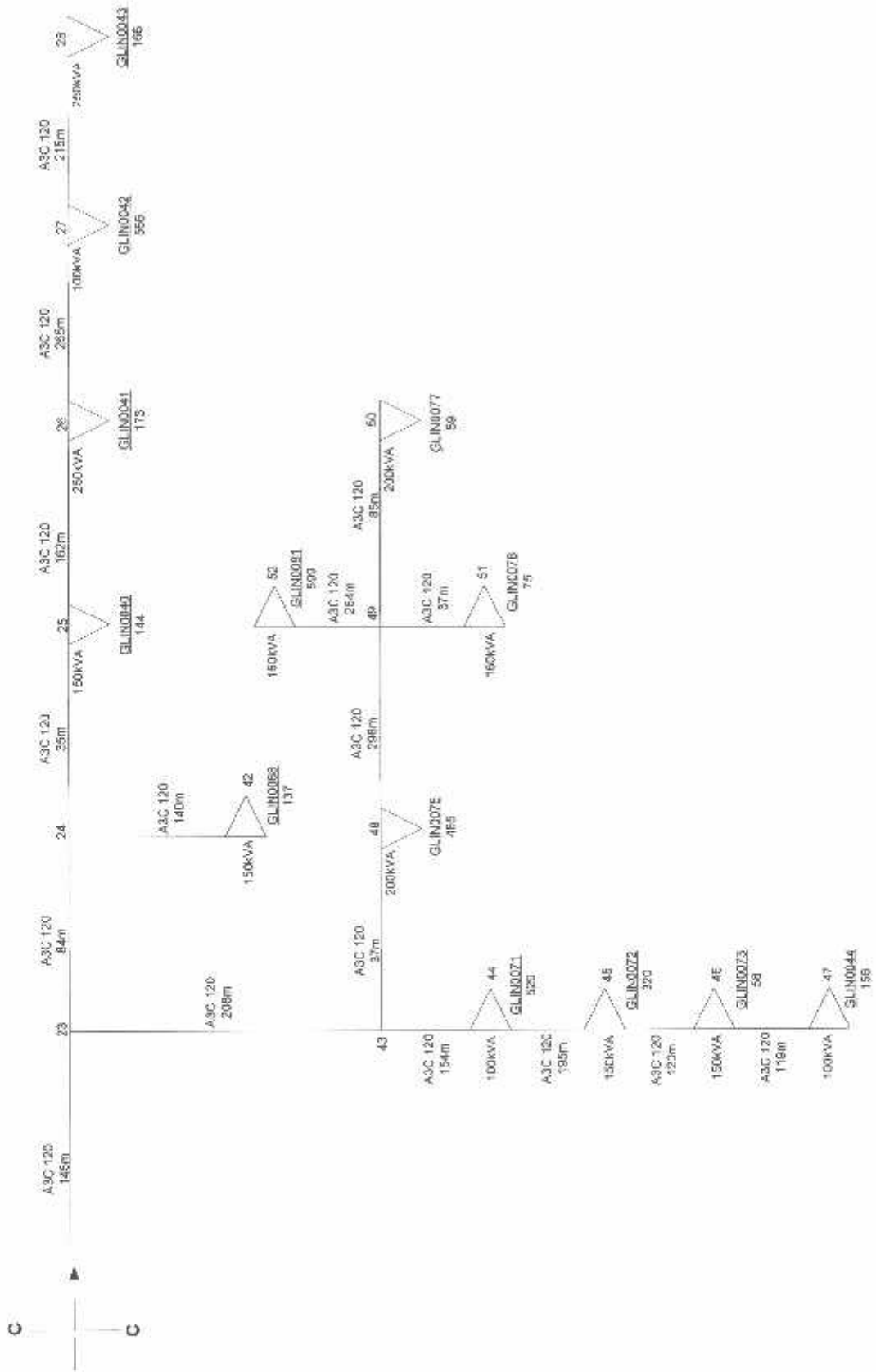
- Slack bus = 1
- Load bus = 55
- Jumlah saluran = 55

# PENYULANG GLINTUNG



GAMBAR 4-3  
SINGLE LINE DIAGRAM SISTEM 20 kV PENYULANG GLINTUNG





Dengan mengacu pada gambar 4-3 maka besarnya impedansi saluran dalam pu menggunakan persamaan Carson's dan Reduksi Krons, dengan bantuan program komputer dapat ditentukan sebagai berikut :

➤ **Impedansi Saluran 1 (dari node-0 ke node-1)**

- Panjang saluran = 303 m = 0,18831 mile
- $r$  = 0,2162  $\Omega$ /km = 0,3479  $\Omega$ /mile
- GMR = 5,2365 mm = 0,0172 ft
- $D_{12} = D_{21}$  = 0,90 m = 2,9528 ft
- $D_{13} = D_{31}$  = 1,65 m = 5,4134 ft
- $D_{23} = D_{32}$  = 0,75 m = 2,4606 ft
- $D_{14} = D_{41}$  = 1,09 m = 3,5978 ft
- $D_{24} = D_{42}$  = 1,09 m = 3,5978 ft
- $D_{34} = D_{43}$  = 1,59 m = 5,1247 ft

❖ **Persamaan Carson's**

✓ Persamaan Carson's untuk self impedansi :

$$Z_{ii} = r_i + 0,0953 + j0,12134 \times [\ln (1/\text{GMR}_i) + 7,934] \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{11} = r_1 + 0,0953 + j0,12134 \times [\ln (1/\text{GMR}_1) + 7,934] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,3479 - 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln \left( \frac{1}{0,0172} \right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,4432 + j1,4558 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{22} = Z_{11} = 0,4432 + j1,4558 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{33} = Z_{11} = 0,4432 + j1,4558 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{44} = Z_{11} = 0,4432 + j1,4558 \Omega/\text{mile}$$

✓ Persamaan Carson's untuk mutual impedansi :

$$Z_{ij} = 0,0953 + j0,12134 \times [ \ln (1/d_{ij}) + 7,934 ] \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{12} = 0,0953 + j0,12134 \times [ \ln (1/d_{12}) + 7,934 ] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln \left( \frac{1}{2,9528} \right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,8313 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{21} = Z_{12} = 0,0953 + j0,8313 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{13} = 0,0953 + j0,12134 \times [ \ln (1/GMR_{13}) + 7,934 ] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln \left( \frac{1}{5,4134} \right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,7578 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{31} = Z_{13} = 0,0953 + j0,7578 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{23} = 0,0953 + j0,12134 \times [ \ln (1/GMR_{23}) + 7,934 ] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln \left( \frac{1}{2,4606} \right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,8535 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{32} = Z_{23} = 0,0953 + j0,8535 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{14} = 0,0953 + j0,12134 \times [ \ln (1/GMR_{14}) + 7,934 ] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln \left( \frac{1}{3,5978} \right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,7578 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{41} = Z_{14} = 0,0953 + j0,7578 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{24} = 0,0953 + j0,12134 \times [ \ln (1/GMR_{24}) + 7,934 ] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln\left(\frac{1}{3,5978}\right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,8074 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{42} = Z_{24} = 0,0953 + j0,8074 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{34} = 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln(1/\text{GMR}_{34}) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,12134 \times \left[ \ln\left(\frac{1}{5,1247}\right) + 7,934 \right] \Omega/\text{mile}$$

$$= 0,0953 + j0,7644 \Omega/\text{mile}$$

$$Z_{43} = Z_{34} = 0,0953 + j0,7644 \Omega/\text{mile}$$

✓ Matrik Impedansi Primitive :

$$Z = \begin{bmatrix} 0,4432 + j1,4558 & 0,0953 + j0,8313 & 0,0953 + j0,7578 & 0,0953 + j0,8074 \\ 0,0953 + j0,8313 & 0,4432 + j1,4558 & 0,0953 + j0,8535 & 0,0953 + j0,8074 \\ 0,0953 + j0,7578 & 0,0953 + j0,8535 & 0,4432 + j1,4558 & 0,0953 + j0,7644 \\ 0,0953 + j0,8074 & 0,0953 + j0,8074 & 0,0953 + j0,7644 & 0,4432 + j1,4558 \end{bmatrix} \Omega/\text{mi}$$

#### ❖ Reduksi Kron's

✓ Direduksi dengan Reduksi Kron's :

$$[Z_{abc}]_{(\text{baru})} = [Z_{abc}]_{(\text{asli})} - [Z_{un}] [Z_{nn}]^{-1} [Z_{na}] \text{ atau}$$

$$Z_{k,j(\text{baru})} = Z_{k,j(\text{asli})} - \frac{Z_{k4} Z_{4j}}{Z_{44}}$$

✓ Matrik impedansi saluran dalam  $\Omega/\text{mi}$  adalah :

$$Z = \begin{bmatrix} 0,4695 + j1,0223 & 0,1216 + j0,3978 & 0,1175 + j0,3469 \\ 0,1216 + j0,3978 & 0,4695 + j1,0223 & 0,1175 + j0,4425 \\ 0,1175 + j0,4425 & 0,1175 + j0,4425 & 0,4617 + j1,0663 \end{bmatrix} \Omega/\text{mi}$$

- ✓ Matrik impedansi saluran dalam  $\Omega$  dengan mengalikan panjang saluran adalah :

$$Z = \begin{bmatrix} 0.0884 + j0.1925 & 0.0229 + j0.0749 & 0.0221 + j0.0653 \\ 0.0229 + j0.0749 & 0.0884 + j0.1925 & 0.0221 + j0.0833 \\ 0.0221 + j0.0653 & 0.0221 + j0.0833 & 0.0869 + j0.2008 \end{bmatrix} \Omega$$

- ✓ Matrik impedansi saluran dalam pu adalah :

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L-L})^2 \times 1000}{\text{KVA dasar 3 fasa}} \\ &= \frac{(20)^2 \times 1000}{100} \\ &= 4000\Omega \end{aligned}$$

Sehingga impedansi saluran ditunjukkan oleh matrik impedansi 3x3 sebagai berikut :

$$Z = \begin{bmatrix} 0.2210 + j0.4813 & 0.0572 + j0.1873 & 0.0553 + j0.1633 \\ 0.0572 + j0.1873 & 0.2210 + j0.4813 & 0.0553 + j0.2083 \\ 0.0553 + j0.1633 & 0.0553 + j0.2083 & 0.2173 + j0.5020 \end{bmatrix} 10^{-4} \text{ pu}$$

dengan cara yang sama untuk saluran yang lain maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4-5.



**TABEL 4-4**  
**HASIL IMPEDANSI SALURAN PENYULANG GLINTUNG**

No Saluran	Dari Node	Kc Node	Panjang Saluran	Impedansi Saluran (pu)
1	0	1	303	$\begin{bmatrix} 0.2210 - j0.4813 & 0.0572 + j0.1873 & 0.0553 + j0.1633 \\ 0.0572 + j0.1873 & 0.2210 + j0.4813 & 0.0553 + j0.2083 \\ 0.0553 + j0.1633 & 0.0553 + j0.2083 & 0.2173 + j0.5020 \end{bmatrix} 10^{-4}$
2	1	2	412	$\begin{bmatrix} 0.3005 + j0.6544 & 0.0778 + j0.2547 & 0.0752 + j0.2220 \\ 0.0778 + j0.2547 & 0.3005 + j0.6544 & 0.0752 + j0.2833 \\ 0.0752 + j0.2220 & 0.0752 + j0.2833 & 0.2955 + j0.6826 \end{bmatrix} 10^{-4}$
3	2	3	19	$\begin{bmatrix} 0.1386 + j0.3018 & 0.0359 + j0.1174 & 0.0347 + j0.1024 \\ 0.0359 + j0.1174 & 0.1386 + j0.3018 & 0.0347 + j0.1306 \\ 0.0347 + j0.1024 & 0.0347 + j0.1306 & 0.1363 + j0.3148 \end{bmatrix} 10^{-4}$
4	3	4	252	$\begin{bmatrix} 0.1838 + j0.4003 & 0.0476 + j0.1558 & 0.0460 + j0.1358 \\ 0.0476 + j0.1558 & 0.1838 + j0.4003 & 0.0460 + j0.1733 \\ 0.0460 + j0.1358 & 0.0460 + j0.1733 & 0.1808 + j0.4175 \end{bmatrix} 10^{-4}$
5	4	5	148	$\begin{bmatrix} 0.1079 + j0.2351 & 0.0280 + j0.0915 & 0.0270 + j0.0798 \\ 0.0280 + j0.0915 & 0.1079 - j0.2351 & 0.0270 + j0.1018 \\ 0.0270 + j0.0798 & 0.0270 + j0.1018 & 0.1062 + j0.2452 \end{bmatrix} 10^{-4}$

Tabel 4-4 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Dengan menggunakan bantuan program komputer untuk analisa aliran daya metode Radisflow maka didapatkan besarnya tegangan real dan tegangan imajiner tiap-tiap node dan besarnya aliran daya sesuai pemodelan beban seperti pada tabel-tabel berikut.

**TABEL 4-5****KONDISI TEGANGAN TIAP NODE PADA PEMODELAN BEBAN DAYA KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE RADISFLOW**

No Node	R		S		T	
	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)
1	0.99916	-0.00064	0.99910	-0.00071	0.99911	-0.00071
2	0.99807	-0.00148	0.99792	-0.00164	0.99795	-0.00164
3	0.99802	-0.00152	0.99787	-0.00168	0.99789	-0.00168
4	0.99736	-0.00202	0.99716	-0.00224	0.99719	-0.00224
5	0.99699	-0.00231	0.99676	-0.00255	0.99680	-0.00255
6	0.99643	-0.00189	0.99617	-0.00216	0.99623	-0.00219
7	0.99631	-0.00180	0.99605	-0.00207	0.99610	-0.00211
8	0.99599	-0.00205	0.99570	-0.00234	0.99576	-0.00239
9	0.99550	-0.00243	0.99516	-0.00277	0.99523	-0.00281
10	0.99356	-0.00252	0.99500	-0.00287	0.99508	-0.00292

Tabel 4-6 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-6****KONDISI TEGANGAN TIAP NODE PADA PEMODELAN BEBAN ARUS KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE RADISFLOW**

No Node	R		S		T	
	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)
1	0.99917	-0.00064	0.99911	-0.00070	0.99912	-0.00070
2	0.99808	-0.00147	0.99793	-0.00163	0.99796	-0.00163
3	0.99803	-0.00151	0.99788	-0.00167	0.99790	-0.00167
4	0.99737	-0.00201	0.99718	-0.00222	0.99721	-0.00222
5	0.99700	-0.00229	0.99678	-0.00253	0.99682	-0.00253
6	0.99645	-0.00188	0.99620	-0.00214	0.99625	-0.00218
7	0.99633	-0.00179	0.99607	-0.00206	0.99612	-0.00210
8	0.99601	-0.00204	0.99572	-0.00233	0.99578	-0.00238
9	0.99552	-0.00241	0.99518	-0.00275	0.99525	-0.00279
10	0.99538	-0.00251	0.99503	-0.00286	0.99510	-0.00290

Tabel 4-7 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-7**  
**KONDISI TEGANGAN TIAP NODE PADA PEMODELAN BEBAN**  
**IMPEDANSI KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE**  
**RADISFLOW**

No Node	R		S		T	
	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)
1	0.99917	-0.00064	0.99911	-0.00070	0.99912	-0.00070
2	0.99809	-0.00147	0.99794	-0.00162	0.99797	-0.00162
3	0.99804	-0.00150	0.99789	-0.00166	0.99792	-0.00166
4	0.99739	-0.00200	0.99719	-0.00221	0.99722	-0.00221
5	0.99702	-0.00228	0.99680	-0.00252	0.99684	-0.00252
6	0.99647	-0.00187	0.99622	-0.00213	0.99627	-0.00217
7	0.99635	-0.00178	0.99609	-0.00205	0.99614	-0.00209
8	0.99603	-0.00203	0.99574	-0.00232	0.99580	-0.00236
9	0.99554	-0.00240	0.99521	-0.00274	0.99528	-0.00278
10	0.99541	-0.00250	0.99506	-0.00284	0.99513	-0.00289

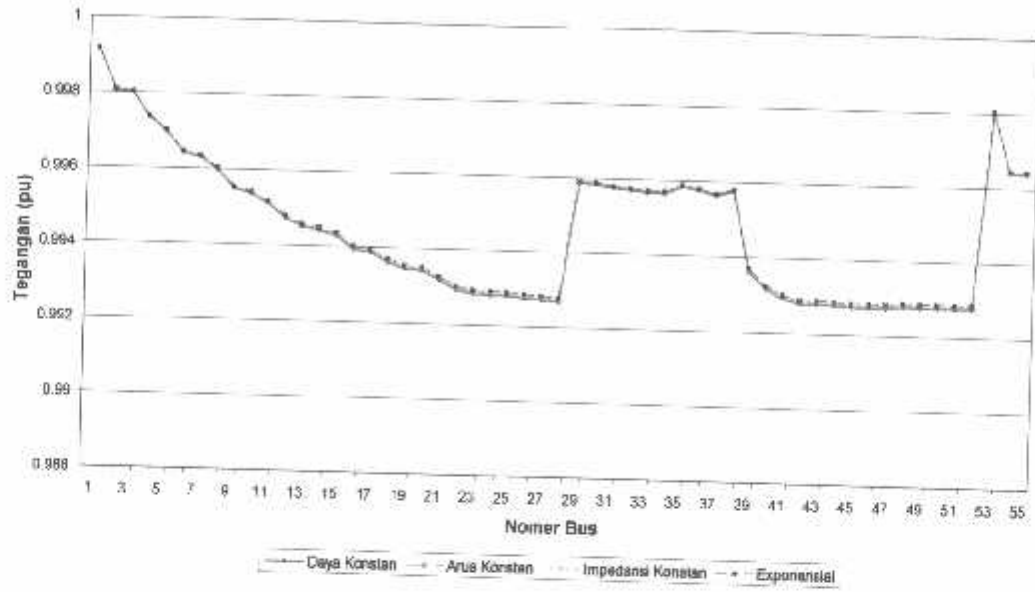
Tabel 4-8 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-8**  
**KONDISI TEGANGAN TIAP NODE PADA PEMODELAN BEBAN**  
**EXPONENSIAL PENYULANG GLINTUNG METODE RADISFLOW**

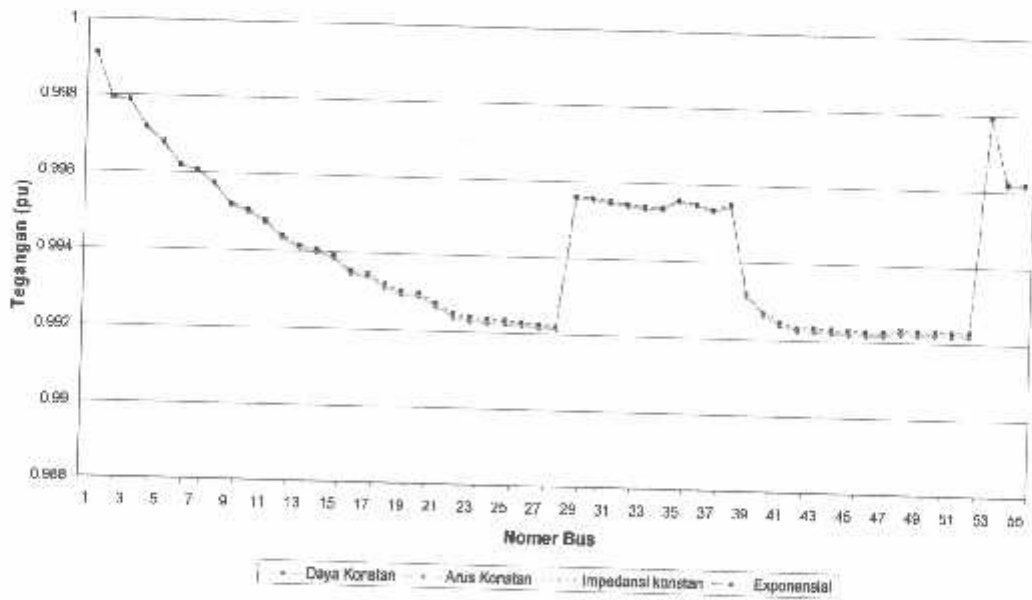
No Node	R		S		T	
	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)
1	0.99917	-0.00064	0.99911	-0.00070	0.99912	-0.00070
2	0.99809	-0.00148	0.99795	-0.00163	0.99797	-0.00163
3	0.99804	-0.00151	0.99790	-0.00167	0.99792	-0.00167
4	0.99739	-0.00201	0.99720	-0.00223	0.99723	-0.00223
5	0.99703	-0.00230	0.99681	-0.00254	0.99684	-0.00254
6	0.99647	-0.00189	0.99622	-0.00215	0.99628	-0.00219
7	0.99635	-0.00180	0.99609	-0.00207	0.99615	-0.00211
8	0.99604	-0.00205	0.99575	-0.00234	0.99581	-0.00238
9	0.99555	-0.00242	0.99522	-0.00276	0.99529	-0.00280
10	0.99541	-0.00252	0.99507	-0.00287	0.99514	-0.00291

Tabel 4-9 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**GRAFIK 4-1  
TEGANGAN PADA FASA R**



**GRAFIK 4-2  
TEGANGAN PADA FASA S**



<b>Arus Konstan</b>	<b>R</b>	1.0000	0.99273	19.8546	0.727
	<b>S</b>	1.0000	0.99216	19.8432	0.784
	<b>T</b>	1.0000	0.99221	19.8422	0.779
<b>Impedansi Konstan</b>	<b>R</b>	1.0000	0.99277	19.8544	0.723
	<b>S</b>	1.0000	0.99221	19.8422	0.779
	<b>T</b>	1.0000	0.99226	19.8452	0.774
<b>Exponensial</b>	<b>R</b>	1.0000	0.99279	19.8558	0.721
	<b>S</b>	1.0000	0.99223	19.8446	0.777
	<b>T</b>	1.0000	0.99228	19.8456	0.772

Untuk menghitung aliran daya yang mengalir pada setiap saluran pada persamaan (3.1 dan 3.2) sesuai pemodelan beban dengan bantuan komputer akan didapat daya aktif dan daya reaktif sesuai tabel berikut ini :

**TABEL 4-10**  
**BESARNYA ALIRAN DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN**  
**BEBAN DAYA KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE**  
**RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	977.815	583.018	1064.935	635.519	1055.936	630.241
2	1	2	931.097	554.234	1033.260	615.417	1021.067	608.259
3	2	3	924.828	550.466	1024.338	610.064	1012.903	603.356
4	3	4	913.528	543.135	1013.930	603.119	999.293	594.522
5	4	5	875.134	520.511	969.831	576.538	953.688	567.056
6	5	6	853.256	507.511	945.212	562.431	926.282	551.239
7	6	7	775.357	461.381	884.317	526.401	872.207	519.244
8	7	8	738.523	439.277	844.996	502.751	834.405	496.500
9	8	9	560.309	333.192	643.088	382.516	630.053	374.820
10	9	10	510.129	303.350	594.789	353.769	578.918	344.394

Tabel 4-10 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-11**  
**BESARNYA ALIRAN DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN**  
**BEBAN ARUS KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE**  
**RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	973.095	580.185	1059.272	632.116	1050.364	626.891
2	1	2	926.421	551.438	1027.631	612.116	1015.532	604.945
3	2	3	920.164	547.678	1018.728	606.707	1007.385	600.052
4	3	4	908.889	540.368	1008.346	599.785	993.806	591.246
5	4	5	870.598	517.314	964.373	573.284	948.331	563.860
6	5	6	848.790	504.845	939.839	559.222	921.017	548.093
7	6	7	771.170	458.880	879.179	523.329	867.148	516.219
8	7	8	734.472	436.860	840.013	499.776	829.493	493.566
9	8	9	557.020	331.230	639.029	380.094	626.061	372.438
10	9	10	507.064	301.522	590.962	351.487	575.170	342.157

Tabel 4-11 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-12**  
**BESARNYA ALIRAN DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN**  
**BEBAN IMPEDANSI KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE**  
**RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	968.452	577.399	1053.706	628.771	1044.889	623.598
2	1	2	921.822	548.698	1022.100	608.738	1010.093	601.687
3	2	3	915.577	544.936	1013.216	603.408	1001.963	596.806
4	3	4	904.327	537.647	1002.858	596.509	988.415	588.026
5	4	5	866.136	514.656	959.010	570.086	943.067	560.720
6	5	6	844.398	502.224	934.560	556.069	915.845	545.003
7	6	7	767.053	456.421	874.130	520.311	862.177	513.247
8	7	8	730.490	434.483	835.118	496.853	824.668	490.684
9	8	9	553.787	329.302	635.044	377.716	622.142	370.099
10	9	10	504.053	299.727	587.206	349.246	571.490	339.960

Tabel 4-12 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-13****BESARNYA ALIRAN DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN  
BEBAN EXPONENSIAL PENYULANG GLINTUNG METODE  
RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	971.340	574.084	1057.171	624.801	1048.299	619.693
2	1	2	924.685	545.399	1025.547	604.785	1013.483	597.801
3	2	3	918.434	541.655	1016.651	599.468	1005.342	592.932
4	3	4	907.170	534.380	1006.279	592.583	991.777	584.170
5	4	5	868.917	511.460	962.354	566.247	946.350	556.953
6	5	6	847.139	499.073	937.856	552.284	919.075	541.296
7	6	7	769.622	453.467	877.283	516.692	865.282	509.685
8	7	8	732.976	431.625	838.175	493.342	827.682	487.225
9	8	9	555.806	326.982	637.534	374.858	624.591	367.290
10	9	10	505.934	297.566	589.553	346.553	573.790	337.324

Tabel 4-13 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**4.5.2. Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Glintung**

Untuk perhitungan rugi-rugi daya dengan bantuan komputer akan didapat rugi-rugi daya seperti pada tabel berikut ini :

**TABEL 4-14****BESARNYA RUGI-RUGI DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN  
BEBAN DAYA KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE  
RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)
1	0	1	1.196	0.138	1.406	0.182	1.385	0.186
2	1	2	1.488	0.172	1.795	0.231	1.759	0.237
3	2	3	0.068	0.008	0.081	0.010	0.080	0.011
4	3	4	0.876	0.101	1.057	0.136	1.033	0.139
5	4	5	0.472	0.055	0.568	0.073	0.553	0.074

6	5	6	0.266	-0.638	0.335	-0.705	0.335	-0.649
7	6	7	0.053	-0.127	0.069	-0.145	0.070	-0.135
8	7	8	0.347	0.040	0.436	0.009	0.427	0.057
9	8	9	0.403	0.047	0.510	0.065	0.494	0.066
10	9	10	0.101	0.006	0.130	0.009	0.125	0.010

Tabel 4-14 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-15**

**BESARNYA RUGI-RUGI DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN  
BEBAN ARUS KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE  
RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)
1	0	1	1.184	0.137	1.392	0.180	1.370	0.185
2	1	2	1.472	0.171	1.775	0.229	1.740	0.234
3	2	3	0.067	0.008	0.081	0.010	0.079	0.011
4	3	4	0.867	0.100	1.046	0.135	1.021	0.137
5	4	5	0.467	0.054	0.562	0.072	0.547	0.074
6	5	6	0.263	-0.631	0.331	-0.697	0.331	-0.641
7	6	7	0.053	-0.126	0.068	-0.144	0.069	-0.133
8	7	8	0.343	0.040	0.431	0.055	0.422	0.057
9	8	9	0.398	0.046	0.503	0.064	0.488	0.065
10	9	10	0.100	0.006	0.129	0.009	0.123	0.010

Tabel 4-15 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran



**TABEL 4-16****BESARNYA RUGI-RUGI DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN BEBAN IMPEDANSI KONSTAN PENYULANG GLINTUNG METODE RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)
1	0	1	1.173	0.136	1.377	0.178	1.356	0.183
2	1	2	1.458	0.169	1.756	0.226	1.722	0.232
3	2	3	0.066	0.008	0.080	0.010	0.078	0.011
4	3	4	0.858	0.099	1.034	0.133	1.010	0.136
5	4	5	0.462	0.053	0.556	0.071	0.541	0.073
6	5	6	0.260	-0.625	0.328	-0.689	0.327	-0.634
7	6	7	0.052	-0.124	0.067	-0.142	0.068	-0.132
8	7	8	0.339	0.039	0.426	0.054	0.417	0.056
9	8	9	0.394	0.046	0.497	0.063	0.482	0.064
10	9	10	0.099	0.006	0.127	0.009	0.122	0.009

Tabel 4-16 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

**TABEL 4-17****BESARNYA RUGI-RUGI DAYA TIAP SALURAN PADA PEMODELAN BEBAN EXPONENSIAL PENYULANG GLINTUNG METODE RADISFLOW**

Saluran	Dari Node	Ke Node	R		S		T	
			P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)	P Real (kW)	Q Imajiner (kVAR)
1	0	1	1.173	0.145	1.378	0.190	1.356	0.194
2	1	2	1.458	0.181	1.757	0.242	1.723	0.247
3	2	3	0.066	0.008	0.080	0.011	0.078	0.011
4	3	4	0.859	0.107	1.035	0.142	1.011	0.145
5	4	5	0.462	0.057	0.556	0.077	0.541	0.078
6	5	6	0.266	-0.623	0.334	-0.688	0.333	-0.632
7	6	7	0.053	-0.124	0.069	-0.142	0.069	-0.131
8	7	8	0.339	0.043	0.426	0.059	0.418	0.060
9	8	9	0.394	0.049	0.497	0.068	0.482	0.069
10	9	10	0.099	0.007	0.127	0.010	0.122	0.011

Tabel 4-17 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Analisa terakhir adalah menghitung rugi daya total, total pembebanan dan daya slack bus pada masing-masing model pembebanan yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Model	Active Power Total (MW)	Total Load (MW)	Total Loss (MW)	Slack Bus Power (MW)
Model 1	977.815+ ; 593.018	1064.935+ ; 635.519	6.352+ ; 0.130	1065.936+ ; 630.241
Model 2	976.137+ ; 578.626	1061.795+ ; 630.030	7.728+ ; 0.011	1062.898+ ; 624.748
Model 3	981.493+ ; 578.474	1069.524+ ; 630.041	7.662+ ; 0.105	1060.560+ ; 624.053

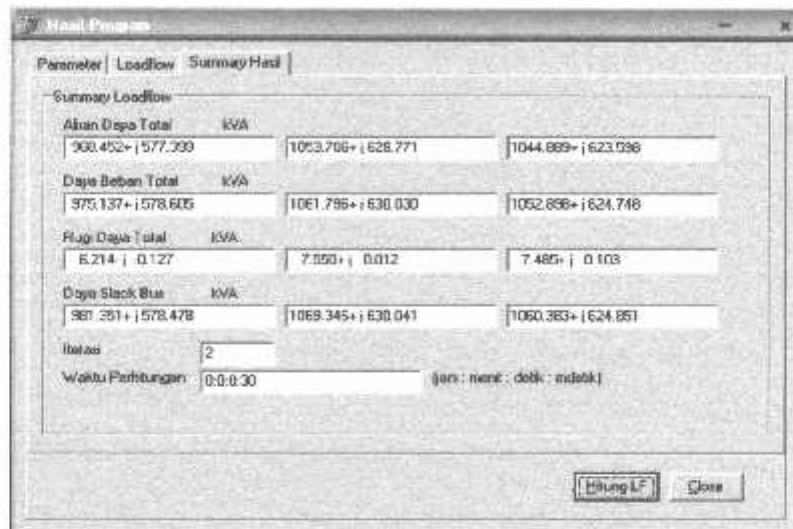
Iterasi: 2  
Waktu Perhitungan: 0:0:20 (jam : menit : detik : mdesik)

**Gambar 4-4. Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Daya Konstan Penyulang Glintang Metode Radisflow**

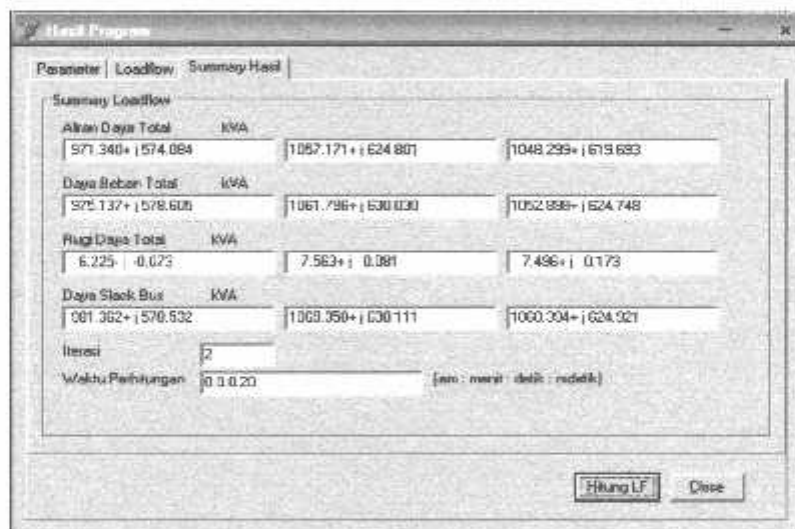
Model	Active Power Total (MW)	Total Load (MW)	Total Loss (MW)	Slack Bus Power (MW)
Model 1	973.005+ ; 500.105	1056.272+ ; 632.116	6.202+ ; 0.25	1050.364+ ; 626.091
Model 2	975.137+ ; 578.605	1061.796+ ; 630.030	7.638+ ; 0.011	1062.898+ ; 624.748
Model 3	981.415+ ; 578.476	1069.438+ ; 630.041	7.572+ ; 0.104	1060.470+ ; 624.852

Iterasi: 2  
Waktu Perhitungan: 0:0:20 (jam : menit : detik : mdesik)

**Gambar 4-5. Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Arus Konstan Penyulang Glintang Metode Radisflow**



**Gambar 4-6. Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Impedansi Konstan Penyulang Gantung Metode Radisflow**



**Gambar 4-7. Tampilan Program Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Pemodelan Beban Exponensial Penyulang Gantung Metode Radisflow**

Dengan membandingkan metode Radisflow pemodelan daya konstan dengan metode Fast Decouple dapat dilihat hasil perhitungan tegangan, aliran daya, dan rugi-rugi daya pada tabel berikut :

**TABEL 4-18**  
**PERBANDINGAN TEGANGAN FASA R**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Node	Fasa R			
	Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)
1	0.99916	-0.00064	0.99916	-0.00064
2	0.99807	-0.00148	0.99807	-0.00148
3	0.99802	-0.00152	0.99802	-0.00152
4	0.99736	-0.00202	0.99736	-0.00202
5	0.99699	-0.00231	0.99699	-0.00231
6	0.99643	-0.00189	0.99643	-0.00189
7	0.99631	-0.00180	0.99631	-0.00180
8	0.99599	-0.00205	0.99599	-0.00205
9	0.99550	-0.00243	0.99550	-0.00243
10	0.99356	-0.00252	0.99356	-0.00252

**TABEL 4-19**  
**PERBANDINGAN TEGANGAN FASA S**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Node	Fasa S			
	Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
	V Real (pu)	V Imajiner (pu)	V Real (pu)	V Imajiner (pu)
1	0.99910	-0.00071	0.99910	-0.00071
2	0.99792	-0.00164	0.99792	-0.00164
3	0.99787	-0.00168	0.99787	-0.00168
4	0.99716	-0.00224	0.99716	-0.00224
5	0.99676	-0.00255	0.99676	-0.00255
6	0.99617	-0.00216	0.99618	-0.00216
7	0.99605	-0.00207	0.99605	-0.00207
8	0.99570	-0.00234	0.99570	-0.00234
9	0.99516	-0.00277	0.99516	-0.00277
10	0.99500	-0.00287	0.99500	-0.00287

**TABEL 4-20**  
**PERBANDINGAN TEGANGAN FASA T**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Node	Fasa T			
	Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
	V Real (pu)	V Imaginer (pu)	V Real (pu)	V Imaginer (pu)
1	0.99911	-0.00071	0.99911	-0.00071
2	0.99795	-0.00164	0.99795	-0.00164
3	0.99789	-0.00168	0.99789	-0.00168
4	0.99719	-0.00224	0.99719	-0.00223
5	0.99680	-0.00255	0.99680	-0.00255
6	0.99623	-0.00219	0.99623	-0.00219
7	0.99610	-0.00211	0.99610	-0.00211
8	0.99576	-0.00239	0.99576	-0.00239
9	0.99523	-0.00281	0.99523	-0.00281
10	0.99508	-0.00292	0.99508	-0.00292

**TABEL 4-21**  
**PERBANDINGAN ALIRAN DAYA FASA R**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Fasa R			
			Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	977.815	583.018	977.815	583.019
2	1	2	931.097	554.234	931.097	554.234
3	2	3	924.828	550.466	924.828	550.466
4	3	4	913.528	543.135	913.528	543.135
5	4	5	875.134	520.511	875.134	520.016
6	5	6	853.256	507.511	853.256	507.511
7	6	7	775.357	461.381	775.357	461.381
8	7	8	738.523	439.277	738.523	439.278
9	8	9	560.309	333.192	560.310	333.192
10	9	10	510.129	303.350	510.129	303.350

**TABEL 4-22**  
**PERBANDINGAN ALIRAN DAYA FASA S**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Fasa S			
			Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	1064.935	635.519	1064.935	635.520
2	1	2	1033.260	615.417	1033.260	615.418
3	2	3	1024.338	610.064	1024.338	610.065
4	3	4	1013.930	603.119	1013.930	603.119
5	4	5	969.831	576.538	969.831	576.538
6	5	6	945.212	562.431	945.212	562.432
7	6	7	884.317	526.401	884.318	526.401
8	7	8	844.996	502.751	844.996	502.752
9	8	9	643.088	382.516	643.089	382.516
10	9	10	594.789	353.769	594.789	353.770

**TABEL 4-23**  
**PERBANDINGAN ALIRAN DAYA FASA T**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Fasa T			
			Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	1055.936	630.241	1055.936	630.241
2	1	2	1021.067	608.259	1021.067	608.259
3	2	3	1012.903	603.356	1012.903	603.357
4	3	4	99.293	594.522	999.293	594.523
5	4	5	953.688	567.056	953.689	567.056
6	5	6	926.282	551.239	926.282	551.239
7	6	7	872.207	519.244	872.207	519.245
8	7	8	834.405	496.500	834.405	496.500
9	8	9	630.053	374.820	630.053	374.821
10	9	10	578.918	344.394	578.919	344.394

**TABEL 4-24**  
**PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA FASA R**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Fasa R			
			Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	1.196	0.138	1.196	0.138
2	1	2	1.488	0.172	1.488	0.172
3	2	3	0.068	0.008	0.068	0.008
4	3	4	0.876	0.101	0.876	0.101
5	4	5	0.472	0.055	0.472	0.055
6	5	6	0.266	-0.638	0.266	-0.638
7	6	7	0.053	-0.127	0.053	-0.127
8	7	8	0.347	0.040	0.347	0.040
9	8	9	0.403	0.047	0.403	0.047
10	9	10	0.101	0.006	0.101	0.006

**TABEL 4-25**  
**PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA FASA S**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Fasa S			
			Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	1.406	0.182	1.406	0.182
2	1	2	1.795	0.231	1.795	0.231
3	2	3	0.081	0.010	0.081	0.010
4	3	4	1.057	0.136	1.057	0.136
5	4	5	0.568	0.073	0.568	0.073
6	5	6	0.335	-0.705	0.335	-0.705
7	6	7	0.069	-0.145	0.069	-0.145
8	7	8	0.436	0.009	0.436	0.009
9	8	9	0.510	0.065	0.510	0.065
10	9	10	0.130	0.009	0.130	0.009

**TABEL 4-26**  
**PERBANDINGAN RUGI-RUGI DAYA FASA T**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Fasa T			
			Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	1	1.385	0.186	1.385	0.186
2	1	2	1.759	0.237	1.759	0.237
3	2	3	0.080	0.011	0.080	0.011
4	3	4	1.033	0.139	1.033	0.139
5	4	5	0.553	0.074	0.553	0.074
6	5	6	0.335	-0.649	0.335	-0.649
7	6	7	0.070	-0.135	0.070	-0.135
8	7	8	0.427	0.057	0.427	0.057
9	8	9	0.494	0.066	0.494	0.066
10	9	10	0.125	0.010	0.125	0.010

**TABEL 4-27**  
**PERBANDINGAN ITERASI DAN WAKTU**  
**METODE RADISFLOW DENGAN METODE FAST DECAUPLE**

Metode Radisflow		Metode Fast Decouple	
Iterasi	Waktu	Iterasi	Waktu
2	0.20 detik	2	3.55 detik



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa perhitungan pada jaringan menengah 20 kV sistem distribusi radial tak seimbang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode Radisflow dapat digunakan untuk menganalisa aliran daya sistem jaringan distribusi radial tak seimbang untuk mendapatkan besar tegangan tiap-tiap bus, besarnya daya reaktif dan daya aktif serta rugi-rugi daya pada tiap saluran dengan perhitungan yang sederhana.
2. Dari hasil perhitungan penyulang Glintung, tegangan paling rendah terjadi pada node ke-28, yang besarnya adalah untuk pemodelan daya konstan fasa R adalah 19.8356 kV, fasa S adalah 19.8424 kV, dan fasa T adalah 19.8432 kV, tetapi penurunan tegangan diatas masih dalam batas-batas yang diijinkan yaitu antara -10% sampai 5%. Sebagai informasi tambahan pada pemodelan arus konstan fasa R adalah 19.8546 kV, fasa S adalah 19.8432 kV, dan fasa T adalah 19.8422 kV. Untuk pemodelan impedansi fasa R adalah 19.8544 kV, fasa S adalah 19.8422 kV, dan fasa T adalah 19.8452 kV. Untuk pemodelan exponensial fasa R adalah 19.8558 kV, fasa S adalah 19.8446 kV, dan fasa T adalah 19.8456 kV,
3. Besar total rugi-rugi daya aktif untuk model beban daya konstan fasa R adalah  $6.352 + j0.130$  kVA, untuk fasa S adalah  $7.728 + j0.011$  kVA untuk fasa T adalah  $7.662 + j0.105$  kVA dan model beban arus konstan

fasa R adalah  $6.282 + j0.129$  kVA, untuk fasa S adalah  $7.638 - j0.011$  kVA untuk fasa T adalah  $7.572 + j0.104$  kVA dan model beban impedansi konstan fasa R adalah  $6.214 + j0.127$  kVA, untuk fasa S adalah  $7.550 + j0.012$  kVA untuk fasa T adalah  $7.485 + j0.103$  kVA dan model beban exponential fasa R adalah  $6.225 + j0.073$  kVA, untuk fasa S adalah  $7.563 + j0.081$  kVA untuk fasa T adalah  $7.496 + j0.173$  kVA.

3. Iterasi dan waktu yang diperlukan untuk menghitung aliran daya pada masing-masing pemodelan beban adalah untuk pemodelan beban daya konstan memerlukan jumlah iterasi 2 dan waktu yang diperlukan 20 mdetik ,untuk pemodelan beban arus konstan memerlukan jumlah iterasi 2 dan waktu yang diperlukan 20 mdetik ,untuk pemodelan beban impedansi konstan memerlukan jumlah iterasi 2 dan waktu yang diperlukan 30 mdetik sedangkan untuk pemodelan beban exponential memerlukan jumlah iterasi 2 dan waktu yang diperlukan 20 mdetik.
4. Iterasi dan waktu yang diperlukan untuk menghitung aliran daya pada metode Radisflow adalah 2 iterasi dan waktunya 0.20 detik, sedangkan metode Fast Decouple adalah 2 iterasi dan waktunya 3.55 detik.

## 5.2. Saran

Perhitungan aliran daya dengan menggunakan metode Radisflow telah dibahas dapat dikembangkan dan diaplikasikan untuk memperoleh informasi mengenai besarnya tegangan, daya aktif, daya reaktif serta rugi-rugi daya. Sehingga disarankan dapat digunakan untuk data-data GI lainnya guna memperoleh informasi mengenai aliran daya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. *H.M. Mok and S.Elangovan*, "Power Flow Analysis for Balanced and Unbalanced Radial Distribution Systems", National University of Singapura.
2. Djiteng Marsudji, "Operasi Sistem Tenaga Listrik", Balai Penerbit Dan Humas ISTN, 1990.
3. Hasan Basri, Ir, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit Dan Humas ISTN Bumi Srengseng Indah P. Minggu, Jakarta Selatan, 1996.
4. William D. Stevenson, Jr. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Edisi ke Empat, Penerbit Erlangga, 1993.
5. Muhammad A'an Auliq, "Solusi Distribusi Aliran Daya Tak Seimbang Dengan Menggunakan Metode Sub Phase Decouple Pada Sistem Distribusi 20 kV Di GI Blimbing", Skripsi ITN Malang, 2003.
6. Wisnu Prastomo. "Analisa Aliran Daya Tiga Fasa Berbasis Jaringan Topologi Dengan Menggunakan Metode Matrik BIBC dan BCBV Di GI Blimbing", Skripsi ITN Malang, 2002.

# **LAMPIRAN**

## **A**

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI  
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
LEMBAR REVISI  
FORMULIR BIMBINGAN SEKRIPSI**

---



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

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : FAHMI IHSANANTO
2. NIM : 01.12.111
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN MENGGUNAKAN METODE RADISFLOW

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

Hari : Sabtu  
Tanggal : 18 Maret 2006  
Dengan Nilai : 75,9 ( B+ )

### Panitia Ujian Skripsi



Ir. Mochtar Asroni, MSME  
Ketua



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Sekretaris

### Anggota Penguji



Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE  
Penguji Pertama



Ir. I Made Wartana, MT  
Penguji Kedua



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Sabtu  
Tanggal : 18 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : FAHMI IHSANANTO
2. NIM : 01.12.111
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN MENGGUNAKAN METODE RADISFLOW

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Tabel no saluran dan aliran daya disempurnakan	JH
2	Perhitungan waktu dimasukkan di kesimpulan	JH

### Anggota Penguji

  
Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE  
Penguji Pertama

 28/03/06  
Ir. I Made Wartana, MT  
Penguji Kedua

### Dosen Pembimbing

  
Ir. H. Choiri



### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FAHMI IHSANANTO  
Nim : 01.12.111  
Masa Bimbingan : 16 Desember 2005 s/d 16 Mei 2006  
Judul Skripsi : ANALISA ALIRAN DAYA JARINGAN DISTRIBUSI  
RADIAL TAK SEIMBANG DI GI BLIMBING DENGAN  
MENGGUNAKAN METODE RADISFLOW

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	20-12-05	Konsultasi BAB. I (Aae)	JH
2.	23-12-05	Konsultasi BAB. II (revisi-pas-2-5)	JH
3.	18-1-06	Konsultasi BAB. II (Aae) Konsultasi BAB. III Revisi partisi	JH
4.	22-1-06	Konsultasi BAB. III (Aae)	JH
5.	23-1-06	Konsultasi BAB. IV revisi	JH
6.	24-1-06	Konsultasi BAB. IV (Aae)	JH
7.	25-1-06	Konsultasi BAB. V (Aae)	JH
8.		Aae. & seminar	JH
9.			
10.			

Malang, 25-1-2006  
Dosen Pembimbing,

**Ir. H. Choiri**  
Nip. 130 703 042

Form.S-4b

# **LAMPIRAN**

## **B**

**SURAT - SURAT**

---





**FORMULIR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI**  
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

1.	Nama Mahasiswa : Fahmi Hiscanto	Nim : 011211		
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal 22	Bulan 11	Tahun 05
3.	Spesifikasi Judul *)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektro Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. Lainnya .....		
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) :  <u>Dr. I Made Wartana, MT</u>	Ketua Jurusan,  <u>Ir. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. Y. 1039500274		
5.	Judul yang diajukan Mahasiswa :	Analisa Index Kestabilan Tegangan Dengan Menggunakan Metode Forward Backward Sweep Pada Jaringan Distribusi Radial.		
6.	Perubahan Judul yang Disetujui Dosen materi bidang ilmu	Judul sudah ada diganti : Analisa Aliran daya jaringan distribusi radial tak seimbang di GI Blimbing dengan menggunakan metode Radial-flow		
7.	Catatan : tentukan lokasi pengambilan data sesuai dg. data yg diketahui dan simp : data 2 & 3. beban konstan, arus konstan, komposisi beban & faktor daya			
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, 26 Nov , 2005 Dosen 		

**Perhatian :**

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen Keahlian dengan dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai **Form. S-1**.
2. \*) dilingkari a, b, c, ....atau f, sesuai bidang Keahlian.
3. \*\*) diisi oleh Jurusan.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

INI (PERSERO) MALANG  
ANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 21 Des. 2005

Nomor : ITN-9721.TA/2/'05  
Lampiran : satu lembar  
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. **H. CHOIRI**  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di -  
Malang

Dengan Hormat,  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : FAHMI IHSANANTO  
Nim : 0112111  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/I selama masa waktu **6 (enam) bulan** terhitung mulai tanggal:

16 Des. 2005 s/d 16 Mei 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro.  
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua  
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Kumpurpraptono, MT  
Nip. Y. 1039500274

Tindakan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



**PT PLN (PERSERO)  
PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI  
REGION JAWA TIMUR & BALI**

an Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

lepon : (031) 7882113, 7882114

tak Pos : 4119 SBS

Facsimile : (031) 7882578, 7881024

E-mail : region4@pln-jawa-bali.co.id

Website : www.pln-jawa-bali.co.id

mor : 272 /330/RJTB/2005  
at Sdr. No. : ITN- 578 & 581/III.TA/2/2005  
npiran : 1 ( satu ) Lampiran  
ihal : Ijin survey

20 DEC 2005

Kepada

Yth. : Dekan Fakultas Teknik  
Institut Teknologi Nasional Malang  
di  
**MALANG.-**

Menunjuk surat Saudara Nomor : ITN- 578 & 581/III.TA/2/2005 tanggal 10 Desember 2005 Perihal : Survey, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

- FAHMI IHSANANTO Nim : 01.12.111  
- DIDIK PURNOMO Nim : 01.12.128

Untuk melakukan survey pada PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur dan Bali UPT. Malang, dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya mengisi dan menanda tangani Surat Pernyataan 1 ( satu ) lembar bermaterai Rp. 6.000.-
2. Mahasiswa yang bersangkutan agar mematuhi peraturan / ketentuan yang berlaku di PT PLN ( Persero ) P3B Region Jatim & Bali UPT Malang, sehingga faktor-faktor kerahasiaan harus benar – benar diutamakan.
3. Semua biaya perjalanan, penginapan, makan dan lain sebagainya tidak menjadi tanggungan PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur dan Bali.
4. Buku Laporan Kerja Praktek Mahasiswa tersebut agar dikirimkan kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali 1 ( satu ) buah.
5. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur dan Bali Cq. Bidang SDM & Administrasi.

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.



Tembusan Yth. :

1. M.SDMO PLN P3B.
2. M.Manager UPT Malang
3. Fahmi Ihsananto Cs.

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : FAHMI HSANANTO  
Pria/ Wanita : Pria  
Tempat / Tanggal lahir : Ngawi , 24 JUNI 1982  
Alamat / No. telepon : Jl. Dr Wahidin Gg Sibatani 01 Ngawi  
(0351) 746408  
Pekerjaan : Mahasiswa

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

1. Saya bersedia dan setuju menanggung semua akibat yang ditimbulkan karena kesalahan maupun kelalaian saya dan semua akibat lainnya yang terjadi pada instalasi peralatan milik PLN selama melakukan Training/ Praktek Kerja/ Riset pada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, yang telah mendapat ijin dari PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
2. Saya atas peringatan pertama akan membayar sepenuhnya, semua biaya yang langsung menimbulkan kerugian atau kecelakaan , karena kelalaian saya ;
3. Saya akan segera mematuhi semua petunjuk -petunjuk yang diberikan oleh Petugas PT PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
4. Saya sanggup tidak membocorkan hal - hal yang bersifat rahasia perusahaan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali dan bahan yang saya peroleh dalam Training/ Praktek Kerja/ Riset, dan tidak saya pergunakan untuk hal - hal yang dapat merugikan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali
5. Saya sanggup menanggung sendiri segala sesuatu untuk keperluan Training/ Praktek Kerja/ Riset termasuk biaya perjalanan , penginapan makan dan sebagainya ;
6. Saya sanggup menyerahkan 1 (satu) buah buku laporan Training/ Praktek Kerja/ Riset kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, setelah saya presentasikan kepada Manager Bidang SDMAD PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali mengenai tugas Training/ Praktek Kerja/ Riset.
7. Saya tunduk dan akan mentaati semua peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, dan saya sanggup tidak meninggalkan tugas kedinasan selama Training/ Praktek Kerja/ Riset.

Surabaya, 12 Desember 2015  
Yang membuat pernyataan

  
Fahmi Hsananto

**PT. PLN ( PERSERO )**

DISTRIBUSI JAWA TIMUR

AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG

JL. BASUKI RAHMAD NO. 100 MALANG 651111

: 0341 - 326034 ( Hunting )  
: 211

Facsimile : 0341 - 362046



Certificate No: QSC  
00475

Nomor : 1444/330/ APJ-MLG/ 2005  
Surat Sdr.No : ITN-608/III.TA/2/05  
Empiran : -  
Perihal : Survey

Malang ,23 Desember 2005

Kepada  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
JL. BENDUNGAN SIGURA GURA  
NO 2  
MALANG

Menjawab surat Saudara nomor ITN-608/III.TA/2/05 Tanggal 14 Desember 2005 perihal tersebut diatas, dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan mahasiswa saudara atas nama :

Didik Purnomo  
Fahmi Ihsananto

Nim 01.12.128  
Nim 01.12.111

Untuk melaksanakan Survey di PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 26 Desember 2005 sampai dengan 06 Januari 2006 dengan catatan PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.

Sebelumnya diminta agar mahasiswa tersebut mengisi surat pernyataan, dilengkapi dengan pas photo ukuran 3 X 4 Cm di SDM & Administrasi PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang.

Demikian agar menjadikan maklum.

Tembusan :  
Manajer Unit Jaringan  
Supervisor Terkait



ABDURACHMAN SHODIQ, SH, ST

# **LAMPIRAN**

## **C**

**DATA PEMBEBANAN  
DATA SALURAN  
HASIL PERHITUNGAN  
LISTING PROGRAM**

---

**DATA GARDU DAN PRESENTASE PEMBEBANAN PENYULANG  
GLINTUNG**

No Node	No Gardu	Kapasitas (kVA)	Beban Gardu (%)	Power Faktor	Pembebanan					
					R		S		T	
					P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
0	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	196	200	80	0.86	46.1648	27.3926	31.0288	18.4114	34.2452	20.3199
2	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	575	160	20	0.86	10.9736	6.5114	10.0276	5.9500	13.2440	7.8585
4	141	200	76	0.86	38.2184	22.6775	43.8944	26.0454	45.4080	26.9435
5	93	100	85	0.86	21.1904	12.5736	23.8392	14.1454	26.6772	15.8293
6	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	51	250	55	0.86	36.7048	21.7793	39.1644	23.2388	37.6508	22.3407
8	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	148	250	71.10	0.86	50.1380	29.7501	48.2460	28.6275	51.0840	30.3115
10	210	400	68.28	0.86	122.980	72.9720	157.4144	93.4042	132.4400	78.5853
11	16	250	48.84	0.86	35.9480	21.3303	34.0560	20.2076	35.0020	20.7690
12	211	150	53	0.86	24.0284	14.2576	24.2176	14.3699	17.7848	10.5529
13	40	250	50	0.86	31.5964	18.7482	32.9208	19.5341	39.5428	23.4633
14	398	100	46	0.86	10.2168	6.0623	13.4332	7.9708	13.4332	7.9708
15	153	160	40.01	0.86	18.5416	11.0019	19.2984	11.4510	17.2172	10.2161
16	165	160	64.29	0.86	29.7044	17.6256	43.5160	25.8209	32.5424	19.3095
17	107	160	44.38	0.86	4.9192	2.9189	14.5684	8.6444	18.1632	10.7774
18	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	437	100	32.18	0.86	8.5140	5.0519	9.4600	5.6132	9.0816	5.3887
20	142	160	20.13	0.86	5.6760	3.3679	11.3520	6.7359	9.4600	5.6132
21	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	114	150	16.88	0.86	17.2172	10.2161	11.3520	6.7359	11.3520	6.7359
26	173	250	57.64	0.86	37.8400	22.4529	39.7320	23.5756	46.3540	27.5048
27	565	100	31.50	0.86	12.2980	7.2972	3.7840	2.2453	10.4060	6.1746
28	166	250	60.28	0.86	43.5160	25.8209	45.4080	26.9435	40.6780	24.1369
29	301	100	74	0.86	14.0008	8.3076	20.6228	12.2369	28.1908	16.7274
30	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	112	250	47	0.86	26.6772	15.8293	34.8128	20.6567	29.1368	17.2888
33	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34	154	160	82	0.86	34.2452	20.3199	38.4076	22.7879	34.6236	20.5444
35	221	160	27	0.86	9.6492	5.7255	12.2980	7.2972	14.3792	8.5321
36	147	250	47	0.86	33.1100	19.6463	32.3532	19.1973	34.4344	20.4322

37	509	160	69	0.86	32.7316	19.4218	31.5964	18.7482	34.0560	20.2076
38	146	250	47	0.86	27.6232	16.3906	31.5964	18.7482	29.3260	17.4010
39	762	100	19	0.86	7.3788	4.3783	0.7568	0.4491	7.7572	4.6029
40	449	100	38	0.86	8.3248	4.9396	11.9196	7.0727	10.9736	6.5114
41	860	100	44	0.86	6.2436	3.7047	15.5144	9.2057	14.0008	8.3076
42	137	150	46	0.86	17.9740	10.6651	18.9200	11.2265	18.1632	10.7774
43	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
44	529	100	10.92	0.86	3.5948	2.1330	4.5408	2.6944	7.7572	4.6029
45	320	150	25.57	0.86	17.9740	10.6651	22.7040	13.4718	15.1360	8.9812
46	58	150	25	0.86	3.7840	2.2453	12.4872	7.4095	13.6224	8.0831
47	156	100	52	0.86	17.0280	10.1038	10.9736	6.5114	15.1360	8.9812
48	485	200	10.35	0.86	3.7840	2.2453	9.4600	5.6132	3.7840	2.2453
49	-	-	0	0.86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50	59	200	6.56	0.86	2.2704	1.3472	2.4596	1.4594	6.0544	3.5925
51	75	160	28.50	0.86	17.9740	10.6651	22.1364	13.1350	27.8124	16.5029
52	599	160	35	0.86	0.3784	0.2245	1.3244	0.7859	4.7300	2.8066
53	996	100	28	0.86	6.2436	3.7047	8.8924	5.2764	8.1356	4.8274
54	536	200	73	0.86	41.8132	24.8105	35.0020	20.7690	22.7048	13.4718
55	281	160	68	0.86	35.9480	21.3303	25.7312	15.2680	31.2180	18.5237

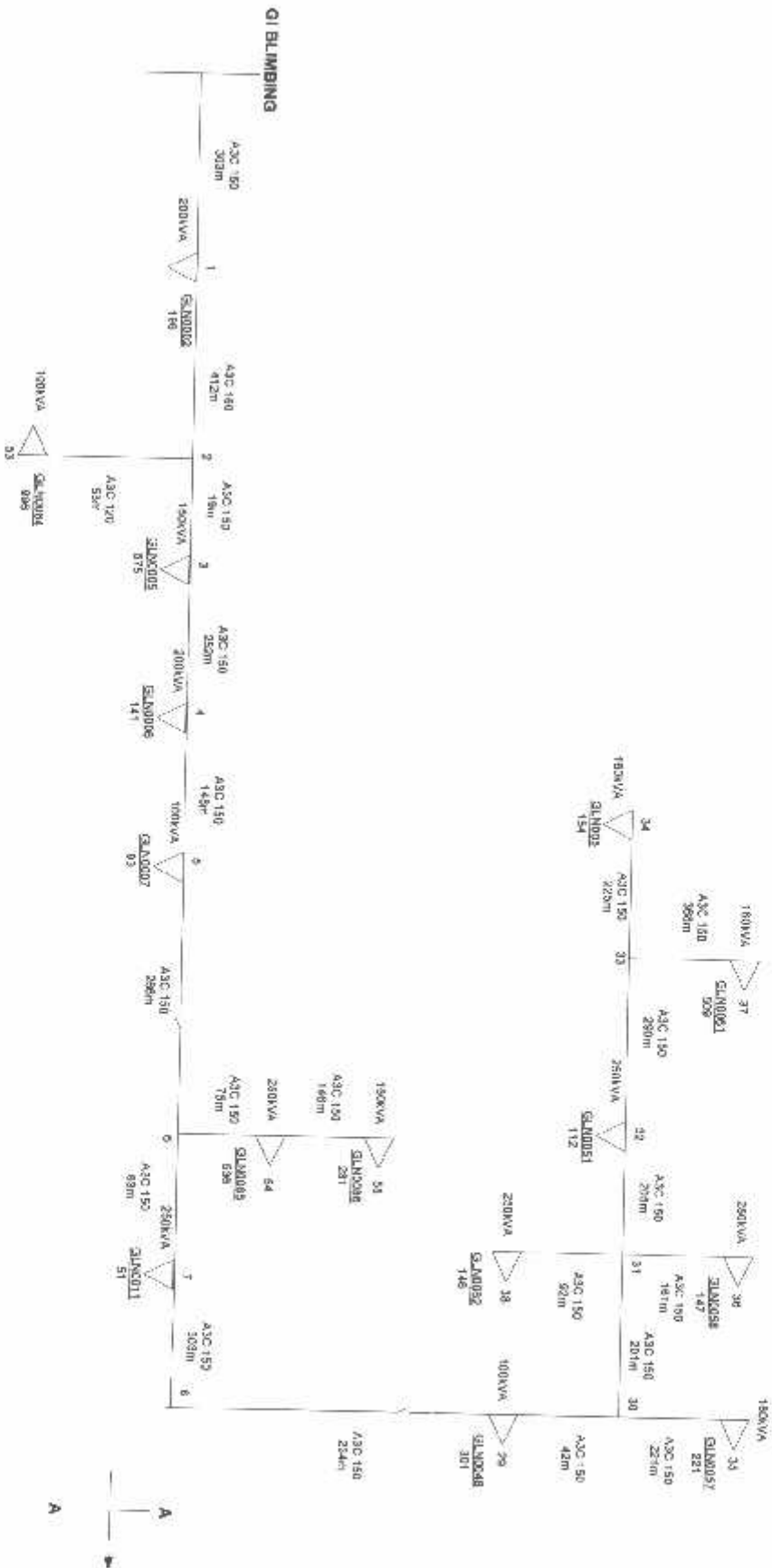
### DATA PANJANG SALURAN PENYULANG GLINTUNG

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Panjang (m)	Impedansi ( $\Omega$ )	
				R	X
1	0	1	303	0,06551	0,10014
2	1	2	412	0,08907	0,13617
3	2	3	19	0,00411	0,00628
4	3	4	252	0,05448	0,08329
5	4	5	148	0,03199	0,04891
6	5	6	266	0,05751	0,08791
7	6	7	63	0,01362	0,02082
8	7	8	150	0,03243	0,04958
9	8	9	303	0,06551	0,10014
10	9	10	86	0,02311	0,02903
11	10	11	202	0,05429	0,06820
12	11	12	324	0,08709	0,10938
13	12	13	217,5	0,05846	0,07343
14	13	14	86	0,02325	0,02903
15	14	15	146	0,03937	0,04928
16	15	16	410	0,11034	0,13842
17	16	17	96	0,02580	0,03241
18	17	18	328	0,08816	0,11073
19	18	19	241	0,06478	0,08136

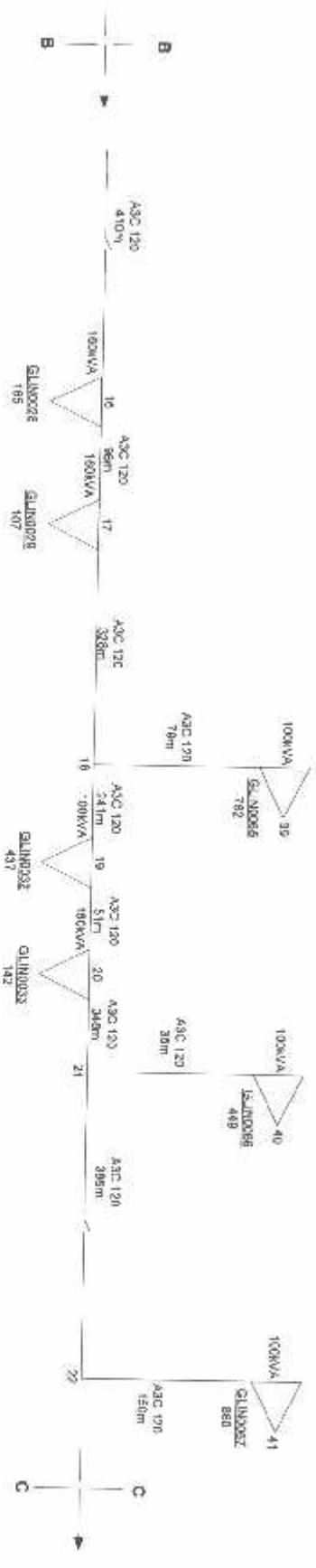


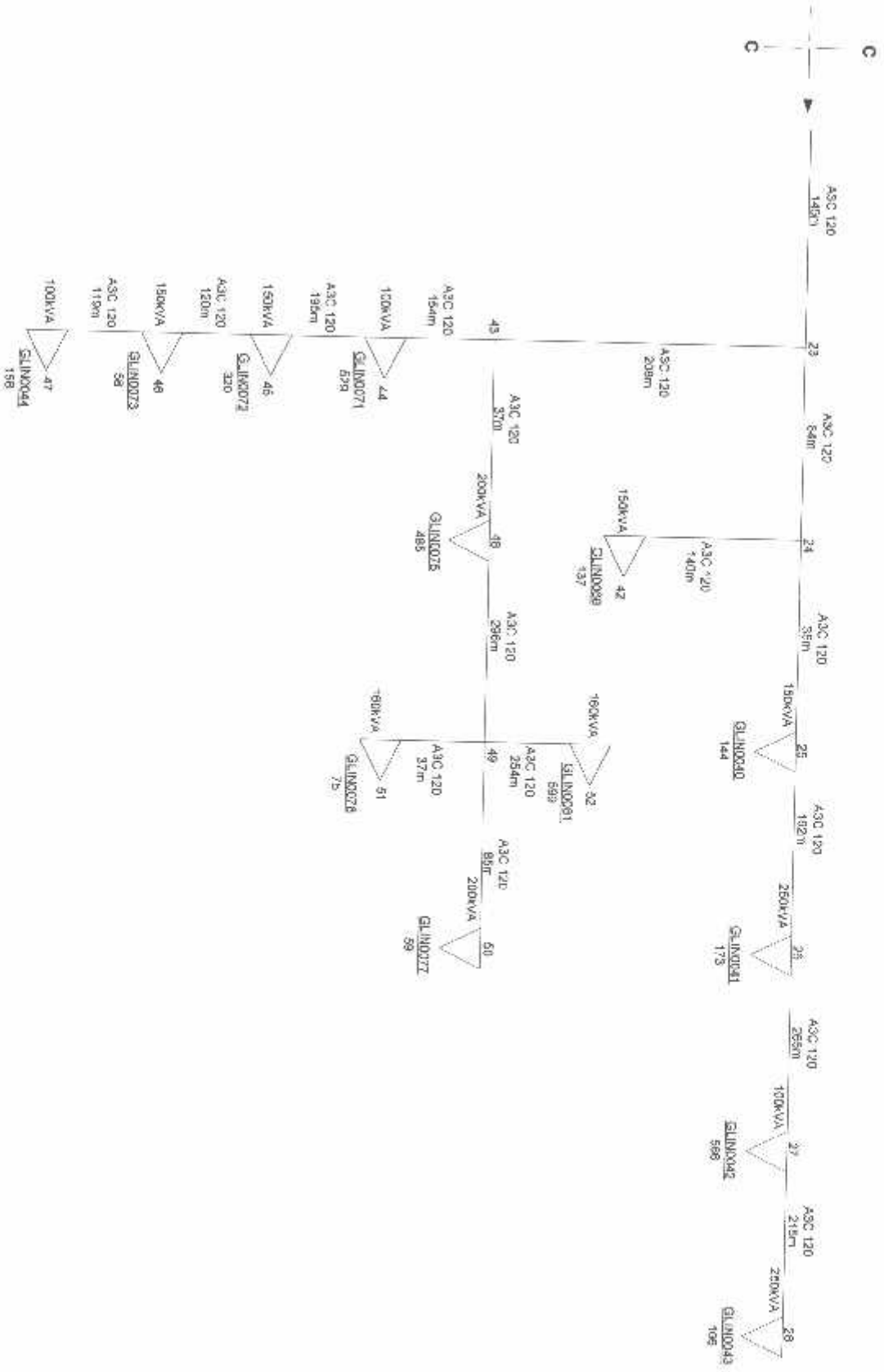
20	19	20	51	0.01371	0.01722
21	20	21	348	0.09354	0.11748
22	21	22	386	0.10375	0.13031
23	22	23	145	0.03897	0.04895
24	23	24	84	0.02257	0.02836
25	24	25	35	0.00941	0.01182
26	25	26	162	0.04435	0.05469
27	26	27	265	0.07123	0.08946
28	27	28	215	0.05779	0.07258
29	8	29	234	0.05059	0.07734
30	29	30	42	0.00908	0.01388
31	30	31	201	0.04345	0.06643
32	31	32	205	0.04432	0.06775
33	32	33	290	0.06269	0.09585
34	33	34	88	0.01903	0.02971
35	30	35	221	0.04778	0.07304
36	31	36	161	0.03481	0.05321
37	33	37	368	0.07956	0.12162
38	31	38	92	0.01989	0.03041
39	18	39	79	0.02124	0.02667
40	21	40	35	0.00941	0.01182
41	22	41	150	0.04032	0.05064
42	24	42	140	0.03763	0.04726
43	23	43	208	0.05591	0.07022
44	43	44	154	0.04139	0.05199
45	44	45	195	0.05242	0.06583
46	45	46	120	0.03226	0.04051
47	46	47	119	0.03198	0.04017
48	43	48	37	0.00995	0.01249
49	48	49	296	0.07956	0.09993
50	49	50	85	0.02285	0.02869
51	49	51	37	0.00995	0.01249
52	49	52	254	0.06828	0.08575
53	2	53	98	0.02634	0.03308
54	6	54	75	0.01622	0.02479
55	54	55	146	0.03157	0.04825

# PENYULANG GLINTUNG



GAMBAR 4-3  
SINGLE LINE DIAGRAM SISTEM 20 KV PENYULANG GLINTUNG





### DATA PEMBABANAN SISTEM 20 kV PENYULANG GLINTUNG

No Node	Tegangan Awal		Pembebanan						Type Bus	
	V (pu)	$\theta$ (°)	R		S		T			
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)		
0	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Slack
1	1.0000	0.0000	46.1648	27.3926	31.0288	18.4114	34.2452	34.2452		Load
2	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Load
3	1.0000	0.0000	10.9736	6.5114	10.0276	5.9500	13.2440	13.2440		Load
4	1.0000	0.0000	38.2184	22.6775	43.8944	26.0454	45.4080	45.4080		Load
5	1.0000	0.0000	2101904	12.5736	23.8392	14.1454	26.6772	26.6772		Load
6	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
7	1.0000	0.0000	36.7048	21.7793	39.1644	23.2388	37.6508	37.6508		Load
8	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
9	1.0000	0.0000	50.1380	29.7501	48.2460	28.6275	51.0840	51.0840		Load
10	1.0000	0.0000	122.980	72.9720	157.4144	93.4042	132.4400	132.4400		Load
11	1.0000	0.0000	35.9480	21.3303	34.0560	20.2076	35.0020	35.0020		Load
12	1.0000	0.0000	24.0284	14.2576	24.2176	14.3699	17.7848	17.7848		Load
13	1.0000	0.0000	31.5964	18.7482	32.9208	19.5341	39.5428	39.5428		Load
14	1.0000	0.0000	10.2168	6.0623	13.4332	7.9708	13.4332	13.4332		Load
15	1.0000	0.0000	18.5416	11.0019	19.2984	11.4510	17.2172	17.2172		Load
16	1.0000	0.0000	29.7044	17.6256	43.5160	25.8209	32.5424	32.5424		Load
17	1.0000	0.0000	4.9192	2.9189	14.5684	8.6444	18.1632	18.1632		Load
18	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
19	1.0000	0.0000	8.5140	5.0519	9.4600	5.6132	9.0816	9.0816		Load
20	1.0000	0.0000	5.6760	3.3679	11.3520	6.7359	9.4600	9.4600		Load
21	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
22	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
23	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
24	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
25	1.0000	0.0000	17.2172	10.2161	11.3520	6.7359	11.3520	11.3520		Load
26	1.0000	0.0000	37.8400	22.4529	39.7320	23.5756	463540	463540		Load
27	1.0000	0.0000	12.2980	7.2972	3.7840	2.2453	10.4060	10.4060		Load
28	1.0000	0.0000	43.5160	25.8209	45.4080	26.9435	40.6780	40.6780		Load
29	1.0000	0.0000	14.0008	8.3076	20.6228	12.2369	28.1908	28.1908		Load
30	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
31	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
32	1.0000	0.0000	26.6772	15.8293	34.8128	20.6567	29.1368	29.1368		Load
33	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		Load
34	1.0000	0.0000	34.2452	20.3199	38.4076	22.7879	34.6236	34.6236		Load
35	1.0000	0.0000	9.6492	5.7255	12.2980	7.2972	14.3792	14.3792		Load
36	1.0000	0.0000	33.1100	19.6463	32.3532	19.1973	34.4344	34.4344		Load
37	1.0000	0.0000	32.7316	19.4218	31.5964	18.7482	34.0560	34.0560		Load
38	1.0000	0.0000	27.6232	16.3906	31.5964	18.7482	29.3260	29.3260		Load

39	1.0000	0.0000	7.3788	4.3783	0.7568	0.4491	7.7572	7.7572	Load
40	1.0000	0.0000	8.3248	4.9396	11.9196	7.0727	10.9736	10.9736	Load
41	1.0000	0.0000	6.2436	3.7047	15.5144	9.2057	14.0008	14.0008	Load
42	1.0000	0.0000	17.9740	10.6651	18.9200	11.2265	18.1632	18.1632	Load
43	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Load
44	1.0000	0.0000	3.5948	2.1330	4.5408	2.6944	7.7572	7.7572	Load
45	1.0000	0.0000	17.9740	10.6651	22.7040	13.4718	15.1360	15.1360	Load
46	1.0000	0.0000	3.7840	2.2453	12.4872	7.4095	13.6224	13.6224	Load
47	1.0000	0.0000	17.0280	10.1038	10.9736	6.5114	15.1360	15.1360	Load
48	1.0000	0.0000	3.7840	2.2453	9.4600	5.6132	37840	37840	Load
49	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Load
50	1.0000	0.0000	2.2704	1.3472	2.4596	1.4594	6.0544	6.0544	Load
51	1.0000	0.0000	17.9740	10.6651	22.1364	13.1350	27.8124	27.8124	Load
52	1.0000	0.0000	0.3784	0.2245	1.3244	0.7859	4.7300	4.7300	Load
53	1.0000	0.0000	6.2436	3.7047	8.8924	5.2764	8.1356	8.1356	Load
54	1.0000	0.0000	41.8132	24.8105	35.0020	20.7690	22.7048	22.7048	Load
55	1.0000	0.0000	35.9480	21.3303	25.7312	15.2680	31.2180	31.2180	Load

### HASIL IMPEDANSI SALURAN PENYULANG GLINTUNG

No Saluran	Dari Node	Kc Node	Panjang Saluran	Impedansi Saluran (pu)			
1	0	1	303	$0.2210 + j0.4813$ $0.0572 + j0.1873$ $0.0553 + j0.1633$	$0.0572 + j0.1873$ $0.2210 + j0.4813$ $0.0553 + j0.2083$	$0.0553 + j0.1633$ $0.0553 + j0.2083$ $0.2173 + j0.5020$	$10^{-4}$
2	1	2	412	$0.3005 + j0.6544$ $0.0778 + j0.2547$ $0.0752 + j0.2220$	$0.0778 + j0.2547$ $0.3005 + j0.6544$ $0.0752 + j0.2833$	$0.0752 + j0.2220$ $0.0752 + j0.2833$ $0.2955 + j0.6826$	$10^{-4}$
3	2	3	19	$0.1386 + j0.3018$ $0.0359 + j0.1174$ $0.0347 + j0.1024$	$0.0359 + j0.1174$ $0.1386 + j0.3018$ $0.0347 + j0.1306$	$0.0347 + j0.1024$ $0.0347 + j0.1306$ $0.1363 + j0.3148$	$10^{-4}$
4	3	4	252	$0.1838 + j0.4003$ $0.0476 + j0.1558$ $0.0460 + j0.1358$	$0.0476 + j0.1558$ $0.1838 + j0.4003$ $0.0460 + j0.1733$	$0.0460 + j0.1358$ $0.0460 + j0.1733$ $0.1808 + j0.4175$	$10^{-4}$
5	4	5	148	$0.1079 + j0.2351$ $0.0280 + j0.0915$ $0.0270 + j0.0798$	$0.0280 + j0.0915$ $0.1079 + j0.2351$ $0.0270 + j0.1018$	$0.0270 + j0.0798$ $0.0270 + j0.1018$ $0.1062 + j0.2452$	$10^{-4}$
6	5	6	266	$0.1940 + j0.4225$ $0.0502 + j0.1644$ $0.0486 + j0.0143$	$0.0502 + j0.1644$ $0.1940 + j0.4225$ $0.0486 + j0.1829$	$0.0486 + j0.0143$ $0.0486 + j0.1829$ $0.1908 + j0.4406$	$10^{-4}$
7	6	7	63	$0.0460 + j0.1001$ $0.0119 + j0.0389$ $0.0115 + j0.0339$	$0.0119 + j0.0389$ $0.0460 + j0.1001$ $0.0115 + j0.0433$	$0.0115 + j0.0339$ $0.0115 + j0.0433$ $0.0452 + j0.1044$	$10^{-4}$

8	7	8	150	$\begin{bmatrix} 0.1094 + j0.2382 & 0.0283 + j0.0927 & 0.0274 + j0.0808 \\ 0.0283 + j0.0927 & 0.1094 + j0.2382 & 0.0274 + j0.1031 \\ 0.0274 + j0.0808 & 0.0274 + j0.1031 & 0.1076 + j0.2485 \end{bmatrix} 10^{-3}$
9	8	9	303	$\begin{bmatrix} 0.2210 + j0.4812 & 0.0672 + j0.1873 & 0.0553 + j0.1633 \\ 0.0672 + j0.1873 & 0.2210 + j0.4812 & 0.0553 + j0.2083 \\ 0.0553 + j0.1633 & 0.0553 + j0.2083 & 0.2173 + j0.5109 \end{bmatrix} 10^{-1}$
10	9	10	86	$\begin{bmatrix} 0.0627 + j0.1366 & 0.0162 + j0.162 & 0.0157 + j0.0463 \\ 0.0162 + j0.162 & 0.0627 + j0.1366 & 0.0157 + j0.0591 \\ 0.0157 + j0.0463 & 0.0157 + j0.0591 & 0.0617 + j0.1425 \end{bmatrix} 10^{-4}$
11	10	11	202	$\begin{bmatrix} 0.1473 + j0.3208 & 0.0182 + j0.1248 & 0.0369 + j0.1088 \\ 0.0182 + j0.1248 & 0.1473 + j0.3208 & 0.0369 + j0.1389 \\ 0.0369 + j0.1088 & 0.0369 + j0.1389 & 0.1449 + j0.3346 \end{bmatrix} 10^{-1}$
12	11	12	324	$\begin{bmatrix} 0.2363 + j0.5146 & 0.0612 + j0.2002 & 0.0591 + j0.1746 \\ 0.0612 + j0.2002 & 0.2363 + j0.5146 & 0.0591 + j0.2227 \\ 0.0591 + j0.1746 & 0.0591 + j0.2227 & 0.2324 + j0.5367 \end{bmatrix} 10^{-4}$
13	12	13	217.5	$\begin{bmatrix} 0.1586 + j0.3454 & 0.0411 + j0.1344 & 0.0397 + j0.1172 \\ 0.0411 + j0.1344 & 0.1586 + j0.3454 & 0.0397 + j0.1495 \\ 0.0397 + j0.1172 & 0.0397 + j0.1495 & 0.1560 + j0.3603 \end{bmatrix} 10^{-4}$
14	13	14	86	$\begin{bmatrix} 0.0627 + j0.1366 & 0.0162 + j0.0532 & 0.0157 + j0.0463 \\ 0.0162 + j0.0532 & 0.0627 - j0.1366 & 0.0157 + j0.0591 \\ 0.0157 + j0.0463 & 0.0157 - j0.0591 & 0.0617 + j0.1425 \end{bmatrix} 10^{-4}$
15	14	15	146	$\begin{bmatrix} 0.1065 + j0.2319 & 0.0276 + j0.0902 & 0.0267 + j0.0787 \\ 0.0276 + j0.0902 & 0.1065 + j0.2319 & 0.0267 + j0.1004 \\ 0.0267 + j0.0787 & 0.0267 + j0.1004 & 0.1047 + j0.2418 \end{bmatrix} 10^{-4}$
16	15	16	410	$\begin{bmatrix} 0.2990 + j0.6512 & 0.0774 + j0.2534 & 0.0748 + j0.2209 \\ 0.0774 + j0.2534 & 0.2990 + j0.6512 & 0.0748 + j0.2819 \\ 0.0748 + j0.2209 & 0.0748 + j0.2819 & 0.2941 + j0.9792 \end{bmatrix} 10^{-4}$
17	16	17	96	$\begin{bmatrix} 0.0700 + j0.1525 & 0.0181 + j0.0593 & 0.0175 + j0.0517 \\ 0.0181 + j0.0593 & 0.0700 + j0.1525 & 0.0175 + j0.0660 \\ 0.0175 + j0.0517 & 0.0175 + j0.0660 & 0.0689 + j0.1590 \end{bmatrix} 10^{-4}$
18	17	18	328	$\begin{bmatrix} 0.2392 + j0.5209 & 0.0619 + j0.2027 & 0.0599 + j0.1767 \\ 0.0619 + j0.2027 & 0.2392 + j0.5209 & 0.0599 + j0.2255 \\ 0.0599 + j0.1767 & 0.0599 + j0.2255 & 0.2353 + j0.5433 \end{bmatrix} 10^{-1}$
19	18	19	241	$\begin{bmatrix} 0.1759 - j0.3828 & 0.0455 + j0.1489 & 0.0440 + j0.1299 \\ 0.0455 + j0.1489 & 0.1758 - j0.3828 & 0.0440 + j0.1657 \\ 0.0440 + j0.1299 & 0.0440 + j0.1657 & 0.1729 + j0.3992 \end{bmatrix} 10^{-4}$
20	19	20	51	$\begin{bmatrix} 0.3720 + j0.8100 & 0.0963 + j0.3152 & 0.0931 + j0.2748 \\ 0.0963 + j0.3152 & 0.3270 + j0.8100 & 0.0931 + j0.3506 \\ 0.0931 + j0.2748 & 0.0931 + j0.3506 & 0.3658 + j0.8448 \end{bmatrix} 10^{-1}$
21	20	21	348	$\begin{bmatrix} 0.2538 + j0.5527 & 0.0657 + j0.2151 & 0.0635 + j0.1875 \\ 0.0657 + j0.2151 & 0.2538 + j0.5527 & 0.0635 + j0.2392 \\ 0.0635 + j0.1875 & 0.0635 + j0.2392 & 0.2496 + j0.5765 \end{bmatrix} 10^{-4}$

22	21	22	386	$\begin{bmatrix} 0.2815 + j0.6130 & 0.0729 + j0.2386 & 0.0705 + j0.2080 \\ 0.0729 + j0.2386 & 0.2815 + j0.6130 & 0.0705 + j0.2654 \\ 0.0705 + j0.2080 & 0.0705 + j0.2654 & 0.2769 + j0.6394 \end{bmatrix} 10^{-4}$
23	22	23	145	$\begin{bmatrix} 0.1058 + j0.2303 & 0.0274 + j0.0896 & 0.0265 + j0.0781 \\ 0.0274 + j0.0896 & 0.1058 + j0.2303 & 0.0265 + j0.0997 \\ 0.0265 + j0.0781 & 0.0265 + j0.0997 & 0.1040 + j0.2402 \end{bmatrix} 10^{-4}$
24	23	24	84	$\begin{bmatrix} 0.0613 + j0.1334 & 0.0159 + j0.0159 & 0.0153 + j0.0453 \\ 0.0159 + j0.0159 & 0.0613 + j0.1334 & 0.0153 + j0.0577 \\ 0.0153 + j0.0453 & 0.0153 + j0.0577 & 0.0603 - j0.1391 \end{bmatrix} 10^{-4}$
25	24	25	35	$\begin{bmatrix} 0.2553 + j0.5559 & 0.0661 + j0.2163 & 0.0639 + j0.1886 \\ 0.0661 + j0.2163 & 0.2553 + j0.5559 & 0.0639 + j0.2406 \\ 0.0639 + j0.1886 & 0.0639 + j0.2406 & 0.2511 + j0.5798 \end{bmatrix} 10^{-4}$
26	25	26	162	$\begin{bmatrix} 0.1182 + j0.2573 & 0.0306 + j0.1001 & 0.0296 + j0.0873 \\ 0.0280 + j0.0915 & 0.1182 + j0.2573 & 0.0296 + j0.1114 \\ 0.0270 + j0.0798 & 0.0270 + j0.1018 & 0.1162 + j0.2684 \end{bmatrix} 10^{-4}$
27	26	27	265	$\begin{bmatrix} 0.1933 + j0.4209 & 0.0500 + j0.1638 & 0.0484 + j0.1428 \\ 0.0500 + j0.1638 & 0.1933 + j0.4209 & 0.0484 + j0.1822 \\ 0.0484 + j0.1428 & 0.0484 + j0.1822 & 0.1901 + j0.4301 \end{bmatrix} 10^{-4}$
28	27	28	215	$\begin{bmatrix} 0.1564 + j0.3472 & 0.0402 + j0.1341 & 0.0388 + j0.1170 \\ 0.0402 + j0.1341 & 0.1564 + j0.3472 & 0.0388 + j0.1489 \\ 0.0388 - j0.1170 & 0.0388 + j0.1489 & 0.1538 + j0.3618 \end{bmatrix} 10^{-4}$
29	8	29	234	$\begin{bmatrix} 0.1702 + j0.3779 & 0.0437 + j0.1459 & 0.0423 + j0.1273 \\ 0.0437 + j0.1459 & 0.1702 + j0.3779 & 0.0423 + j0.1621 \\ 0.0423 + j0.1273 & 0.0423 + j0.1621 & 0.1674 + j0.3937 \end{bmatrix} 10^{-4}$
30	29	30	42	$\begin{bmatrix} 0.3055 + j0.6782 & 0.0785 + j0.2619 & 0.0759 + j0.2285 \\ 0.0785 + j0.2619 & 0.3055 + j0.6782 & 0.0759 + j0.2910 \\ 0.0759 + j0.2285 & 0.0759 + j0.2910 & 0.3005 + j0.7067 \end{bmatrix} 10^{-4}$
31	30	31	201	$\begin{bmatrix} 0.1462 + j0.3246 & 0.0375 + j0.1253 & 0.0363 + j0.1094 \\ 0.0375 + j0.1253 & 0.1462 + j0.3246 & 0.0363 + j0.1392 \\ 0.0363 + j0.1094 & 0.0363 + j0.1392 & 0.1438 + j0.3382 \end{bmatrix} 10^{-4}$
32	31	32	205	$\begin{bmatrix} 0.1491 + j0.3310 & 0.0383 + j0.1278 & 0.0370 + j0.1115 \\ 0.0383 + j0.1278 & 0.1491 + j0.3310 & 0.0370 + j0.1420 \\ 0.0370 + j0.1115 & 0.0370 + j0.1420 & 0.1467 + j0.3449 \end{bmatrix} 10^{-4}$
33	32	33	290	$\begin{bmatrix} 0.2109 + j0.4683 & 0.0546 + j0.1808 & 0.0524 + j0.1578 \\ 0.0546 + j0.1808 & 0.0844 + j0.4683 & 0.0524 + j0.2009 \\ 0.0524 + j0.1578 & 0.0524 + j0.2009 & 0.2075 + j0.4879 \end{bmatrix} 10^{-4}$
34	33	34	88	$\begin{bmatrix} 0.0640 + j0.1421 & 0.0164 + j0.0549 & 0.0159 + j0.0479 \\ 0.0164 + j0.0549 & 0.0640 + j0.1421 & 0.0159 + j0.0610 \\ 0.0159 + j0.0479 & 0.0159 + j0.0610 & 0.0630 + j0.1481 \end{bmatrix} 10^{-4}$
35	30	35	221	$\begin{bmatrix} 0.1607 + j0.3569 & 0.0431 + j0.1378 & 0.0399 + j0.1203 \\ 0.0431 + j0.1378 & 0.1607 + j0.3569 & 0.0399 + j0.1531 \\ 0.0399 + j0.1203 & 0.0399 + j0.1531 & 0.0630 + j0.1481 \end{bmatrix} 10^{-4}$



36	31	.36	161	$\begin{bmatrix} 0.1171 + j0.2600 & 0.0301 + j0.1004 & 0.0291 + j0.0876 \\ 0.0301 + j0.1004 & 0.1171 + j0.2600 & 0.0291 + j0.1115 \\ 0.0291 + j0.0876 & 0.0291 + j0.1115 & 0.1152 + j0.2709 \end{bmatrix} 10^{-4}$
37	33	37	368	$\begin{bmatrix} 0.2676 + j0.5942 & 0.0687 + j0.2295 & 0.0665 + j0.2002 \\ 0.0687 + j0.2295 & 0.2676 + j0.5942 & 0.0655 + j0.2549 \\ 0.0665 + j0.2002 & 0.0655 + j0.2549 & 0.2633 + j0.6192 \end{bmatrix} 10^{-4}$
38	31	38	92	$\begin{bmatrix} 0.0699 + j0.1486 & 0.0172 + j0.0574 & 0.0166 + j0.0501 \\ 0.0172 + j0.0574 & 0.0669 + j0.1486 & 0.0166 + j0.0637 \\ 0.0166 + j0.0501 & 0.0166 + j0.0637 & 0.0658 + j0.1548 \end{bmatrix} 10^{-4}$
39	18	39	79	$\begin{bmatrix} 0.0575 + j0.1276 & 0.0148 + j0.0493 & 0.0143 + j0.0430 \\ 0.0148 + j0.0493 & 0.0575 + j0.1276 & 0.0143 + j0.0547 \\ 0.0143 + j0.0430 & 0.0143 + j0.0547 & 0.0565 + j0.1329 \end{bmatrix} 10^{-4}$
40	21	40	35	$\begin{bmatrix} 0.2553 + j0.5559 & 0.0661 + j0.2163 & 0.0639 + j0.1886 \\ 0.0661 + j0.2163 & 0.2553 + j0.5559 & 0.0639 + j0.2406 \\ 0.0639 + j0.1886 & 0.0639 + j0.2406 & 0.2511 + j0.5798 \end{bmatrix} 10^{-4}$
41	22	41	150	$\begin{bmatrix} 0.1091 + j0.2442 & 0.0280 + j0.0935 & 0.0271 + j0.0816 \\ 0.0280 + j0.0935 & 0.1091 + j0.2422 & 0.0271 + j0.1039 \\ 0.0271 + j0.0816 & 0.0271 + j0.1039 & 0.1073 + j0.2524 \end{bmatrix} 10^{-4}$
42	24	42	140	$\begin{bmatrix} 0.1018 + j0.2261 & 0.0262 + j0.0873 & 0.0253 + j0.0762 \\ 0.0262 + j0.0873 & 0.1018 + j0.2261 & 0.0253 + j0.0970 \\ 0.0253 + j0.0762 & 0.0253 + j0.0970 & 0.1002 + j0.2356 \end{bmatrix} 10^{-4}$
43	23	43	208	$\begin{bmatrix} 0.1513 + j0.3359 & 0.0389 + j0.1297 & 0.0376 + j0.1132 \\ 0.0389 + j0.1297 & 0.1513 + j0.3359 & 0.0376 + j0.1441 \\ 0.0376 + j0.1132 & 0.0376 + j0.1441 & 0.1488 + j0.3500 \end{bmatrix} 10^{-4}$
44	43	44	154	$\begin{bmatrix} 0.1120 + j0.2487 & 0.0288 + j0.0960 & 0.0278 + j0.0838 \\ 0.0288 + j0.0960 & 0.1120 + j0.2487 & 0.0278 + j0.1067 \\ 0.0278 + j0.0838 & 0.0278 + j0.1067 & 0.0278 + j0.1067 \end{bmatrix} 10^{-4}$
45	44	45	195	$\begin{bmatrix} 0.1418 + j0.3149 & 0.0364 + j0.1216 & 0.0352 + j0.1061 \\ 0.0364 + j0.1216 & 0.1418 + j0.3149 & 0.0352 + j0.1351 \\ 0.0352 + j0.1061 & 0.0352 + j0.1351 & 0.1395 + j0.3281 \end{bmatrix} 10^{-4}$
46	45	46	120	$\begin{bmatrix} 0.0873 + j0.1938 & 0.0224 + j0.0748 & 0.0217 + j0.0653 \\ 0.0224 + j0.0748 & 0.0873 + j0.1938 & 0.0217 + j0.0831 \\ 0.0217 + j0.0653 & 0.0217 + j0.0831 & 0.0859 + j0.2019 \end{bmatrix} 10^{-4}$
47	46	47	119	$\begin{bmatrix} 0.0865 + j0.1922 & 0.0222 + j0.0742 & 0.0215 + j0.0648 \\ 0.0222 + j0.0742 & 0.0865 + j0.1922 & 0.0215 + j0.0824 \\ 0.0215 + j0.0648 & 0.0215 + j0.0824 & 0.0851 + j0.2002 \end{bmatrix} 10^{-4}$
48	43	48	37	$\begin{bmatrix} 0.2691 + j0.5975 & 0.0691 + j0.2307 & 0.0668 + j0.2013 \\ 0.0691 + j0.2307 & 0.2691 + j0.5975 & 0.0668 + j0.2563 \\ 0.0668 + j0.2013 & 0.0668 + j0.2563 & 0.2647 + j0.6226 \end{bmatrix} 10^{-4}$
49	48	49	296	$\begin{bmatrix} 0.2153 + j0.4780 & 0.0553 + j0.1846 & 0.0535 + j0.1611 \\ 0.0553 + j0.1846 & 0.2153 + j0.4780 & 0.0535 + j0.2051 \\ 0.0535 + j0.1611 & 0.0535 + j0.2051 & 0.2118 + j0.4980 \end{bmatrix} 10^{-4}$

50	49	50	85	$0.0618 + j0.1373$ $0.0159 + j0.0530$ $0.0154 + j0.0463$	$0.0159 + j0.0530$ $0.2153 + j0.4780$ $0.0535 + j0.2051$	$0.0154 + j0.0463$ $0.0535 + j0.2051$ $0.2118 + j0.4980$	$10^{-4}$
51	49	51	37	$0.2691 + j0.5975$ $0.0691 + j0.2307$ $0.0668 + j0.2013$	$0.0691 + j0.2307$ $0.2691 + j0.5975$ $0.0668 + j0.2563$	$0.0668 + j0.2013$ $0.0668 + j0.2563$ $0.2647 + j0.6226$	$10^{-4}$
52	49	52	254	$0.1884 + j0.4182$ $0.0484 + j0.1615$ $0.0468 + j0.1409$	$0.0484 + j0.1615$ $0.1884 + j0.4182$ $0.0468 + j0.1794$	$0.0468 + j0.1409$ $0.0468 + j0.1794$ $0.1853 + j0.4358$	$10^{-4}$
53	2	53	98	$0.0713 + j0.1582$ $0.0183 + j0.0611$ $0.0177 + j0.0533$	$0.0183 + j0.0611$ $0.0713 + j0.1582$ $0.0177 + j0.0679$	$0.0177 + j0.0533$ $0.0177 + j0.0679$ $0.0701 + j0.1649$	$10^{-4}$
54	6	54	75	$0.0713 + j0.1582$ $0.0183 + j0.0611$ $0.0177 + j0.0533$	$0.0183 + j0.0611$ $0.0713 + j0.1582$ $0.0177 + j0.0679$	$0.0177 + j0.0533$ $0.0177 + j0.0679$ $0.0701 + j0.1649$	$10^{-4}$
55	54	55	146	$0.1303 + j0.2378$ $0.0321 + j0.0931$ $0.0310 + j0.0814$	$0.0321 + j0.0931$ $0.1303 + j0.2378$ $0.0310 + j0.1031$	$0.0310 + j0.0814$ $0.0310 + j0.1031$ $0.1281 + j0.2475$	$10^{-4}$

**Lampiran untuk hasil perhitungan tegangan pada pemodelan daya konstan**

Bus	R Vre pu	R Vim pu	S Vre pu	S Vim pu	T Vre pu	T Vim pu
1	0.99916	-0.00064	0.99910	-0.00071	0.99911	-0.00071
2	0.99807	-0.00148	0.99792	-0.00164	0.99795	-0.00164
3	0.99802	-0.00152	0.99787	-0.00168	0.99789	-0.00168
4	0.99736	-0.00202	0.99716	-0.00224	0.99719	-0.00224
5	0.99699	-0.00231	0.99676	-0.00255	0.99680	-0.00255
6	0.99643	-0.00189	0.99617	-0.00216	0.99623	-0.00219
7	0.99631	-0.00180	0.99605	-0.00207	0.99610	-0.00211
8	0.99599	-0.00205	0.99570	-0.00234	0.99576	-0.00239
9	0.99550	-0.00243	0.99516	-0.00277	0.99523	-0.00281
10	0.99536	-0.00252	0.99500	-0.00287	0.99508	-0.00292
11	0.99511	-0.00269	0.99473	-0.00306	0.99481	-0.00311
12	0.99474	-0.00294	0.99434	-0.00334	0.99441	-0.00339
13	0.99451	-0.00310	0.99408	-0.00352	0.99415	-0.00357
14	0.99443	-0.00315	0.99399	-0.00358	0.99406	-0.00363

15	0.99429	-0.00325	0.99384	-0.00368	0.99391	-0.00374
16	0.99394	-0.00349	0.99345	-0.00396	0.99352	-0.00401
17	0.99387	-0.00354	0.99337	-0.00401	0.99344	-0.00407
18	0.99362	-0.00370	0.99311	-0.00420	0.99317	-0.00426
19	0.99345	-0.00382	0.99293	-0.00433	0.99298	-0.00439
20	0.99341	-0.00384	0.99289	-0.00435	0.99294	-0.00442
21	0.99318	-0.00400	0.99264	-0.00453	0.99269	-0.00460
22	0.99293	-0.00417	0.99237	-0.00472	0.99242	-0.00479
23	0.99284	-0.00423	0.99228	-0.00478	0.99232	-0.00486
24	0.99281	-0.00425	0.99225	-0.00481	0.99229	-0.00488
25	0.99280	-0.00426	0.99223	-0.00481	0.99228	-0.00489
26	0.99275	-0.00429	0.99219	-0.00485	0.99223	-0.00492
27	0.99271	-0.00432	0.99215	-0.00488	0.99219	-0.00495
28	0.99268	-0.00434	0.99212	-0.00490	0.99216	-0.00497
29	0.99587	-0.00214	0.99556	-0.00245	0.99563	-0.00249
30	0.99585	-0.00216	0.99554	-0.00246	0.99560	-0.00251
31	0.99576	-0.00222	0.99545	-0.00254	0.99551	-0.00258
32	0.99571	-0.00227	0.99539	-0.00258	0.99546	-0.00263
33	0.99565	-0.00231	0.99533	-0.00263	0.99540	-0.00267
34	0.99564	-0.00231	0.99532	-0.00264	0.99539	-0.00268
35	0.99584	-0.00216	0.99554	-0.00247	0.99560	-0.00252
36	0.99575	-0.00224	0.99543	-0.00255	0.99550	-0.00259
37	0.99562	-0.00233	0.99530	-0.00266	0.99537	-0.00270
38	0.99575	-0.00223	0.99544	-0.00254	0.99551	-0.00259
39	0.99362	-0.00370	0.99311	-0.00420	0.99317	-0.00426
40	0.99318	-0.00400	0.99263	-0.00453	0.99269	-0.00460
41	0.99293	-0.00417	0.99236	-0.00472	0.99241	-0.00479
42	0.99280	-0.00426	0.99224	-0.00481	0.99228	-0.00488
43	0.99280	-0.00426	0.99222	-0.00482	0.99227	-0.00489
44	0.99278	-0.00428	0.99220	-0.00484	0.99224	-0.00491
45	0.99275	-0.00430	0.99217	-0.00486	0.99222	-0.00493
46	0.99274	-0.00430	0.99216	-0.00486	0.99221	-0.00494
47	0.99274	-0.00431	0.99216	-0.00487	0.99220	-0.00494
48	0.99279	-0.00427	0.99222	-0.00482	0.99226	-0.00490
49	0.99277	-0.00428	0.99219	-0.00484	0.99223	-0.00492
50	0.99277	-0.00428	0.99219	-0.00484	0.99223	-0.00492
51	0.99277	-0.00428	0.99219	-0.00484	0.99223	-0.00492
52	0.99277	-0.00428	0.99219	-0.00484	0.99223	-0.00492
53	0.99806	-0.00148	0.99792	-0.00164	0.99794	-0.00164
54	0.99642	-0.00190	0.99616	-0.00217	0.99622	-0.00220
55	0.99640	-0.00191	0.99615	-0.00218	0.99620	-0.00221

Lampiran untuk hasil perhitungan tegangan pada pemodelan arus konstan

Bus	R Vre pu	R Vim pu	S Vre pu	S Vim pu	T Vre pu	T Vim pu
1	0.99917	-0.00064	0.99911	-0.00070	0.99912	-0.00070
2	0.99808	-0.00147	0.99793	-0.00163	0.99796	-0.00163
3	0.99803	-0.00151	0.99788	-0.00167	0.99790	-0.00167
4	0.99737	-0.00201	0.99718	-0.00222	0.99721	-0.00222
5	0.99700	-0.00229	0.99678	-0.00253	0.99682	-0.00253
6	0.99645	-0.00188	0.99620	-0.00214	0.99625	-0.00218
7	0.99633	-0.00179	0.99607	-0.00206	0.99612	-0.00210
8	0.99601	-0.00204	0.99572	-0.00233	0.99578	-0.00238
9	0.99552	-0.00241	0.99518	-0.00275	0.99525	-0.00279
10	0.99538	-0.00251	0.99503	-0.00286	0.99510	-0.00290
11	0.99513	-0.00268	0.99476	-0.00305	0.99483	-0.00309
12	0.99477	-0.00292	0.99437	-0.00332	0.99444	-0.00337
13	0.99454	-0.00308	0.99412	-0.00350	0.99419	-0.00355
14	0.99446	-0.00314	0.99403	-0.00356	0.99410	-0.00361
15	0.99433	-0.00323	0.99388	-0.00366	0.99395	-0.00371
16	0.99397	-0.00347	0.99349	-0.00393	0.99356	-0.00399
17	0.99390	-0.00352	0.99341	-0.00399	0.99348	-0.00405
18	0.99366	-0.00368	0.99316	-0.00417	0.99321	-0.00423
19	0.99349	-0.00380	0.99297	-0.00430	0.99303	-0.00436
20	0.99345	-0.00382	0.99293	-0.00433	0.99299	-0.00439
21	0.99322	-0.00398	0.99268	-0.00450	0.99273	-0.00457
22	0.99298	-0.00415	0.99242	-0.00469	0.99247	-0.00476
23	0.99289	-0.00421	0.99233	-0.00475	0.99237	-0.00482
24	0.99286	-0.00423	0.99229	-0.00478	0.99234	-0.00485
25	0.99284	-0.00424	0.99228	-0.00478	0.99233	-0.00486
26	0.99280	-0.00427	0.99224	-0.00482	0.99228	-0.00489
27	0.99276	-0.00429	0.99219	-0.00485	0.99224	-0.00492
28	0.99273	-0.00431	0.99216	-0.00487	0.99221	-0.00494
29	0.99269	-0.00433	0.99213	-0.00489	0.99218	-0.00496
30	0.99587	-0.00215	0.99557	-0.00245	0.99563	-0.00250
31	0.99578	-0.00221	0.99547	-0.00253	0.99554	-0.00257
32	0.99573	-0.00225	0.99542	-0.00257	0.99548	-0.00261
33	0.99567	-0.00230	0.99536	-0.00262	0.99543	-0.00266
34	0.99567	-0.00230	0.99535	-0.00262	0.99542	-0.00267
35	0.99586	-0.00215	0.99556	-0.00246	0.99562	-0.00250
36	0.99577	-0.00222	0.99546	-0.00254	0.99552	-0.00258
37	0.99564	-0.00232	0.99533	-0.00264	0.99539	-0.00269
38	0.99578	-0.00222	0.99547	-0.00253	0.99553	-0.00258
39	0.99366	-0.00368	0.99315	-0.00417	0.99321	-0.00423
40	0.99322	-0.00398	0.99268	-0.00450	0.99273	-0.00457
41	0.99297	-0.00415	0.99241	-0.00469	0.99246	-0.00476
42	0.99286	-0.00423	0.99229	-0.00478	0.99233	-0.00485

43	0.99284	-0.00424	0.99227	-0.00479	0.99232	-0.00486
44	0.99282	-0.00425	0.99225	-0.00481	0.99229	-0.00488
45	0.99279	-0.00427	0.99222	-0.00483	0.99227	-0.00490
46	0.99279	-0.00428	0.99221	-0.00483	0.99226	-0.00491
47	0.99278	-0.00428	0.99221	-0.00484	0.99225	-0.00491
48	0.99284	-0.00424	0.99227	-0.00479	0.99231	-0.00487
49	0.99281	-0.00426	0.99224	-0.00481	0.99228	-0.00489
50	0.99281	-0.00426	0.99224	-0.00481	0.99228	-0.00489
51	0.99281	-0.00426	0.99224	-0.00481	0.99228	-0.00489
52	0.99281	-0.00426	0.99224	-0.00481	0.99228	-0.00489
53	0.99907	-0.00148	0.99793	-0.00163	0.99795	-0.00163
54	0.99644	-0.00189	0.99618	-0.00216	0.99624	-0.00219
55	0.99642	-0.00190	0.99617	-0.00216	0.99622	-0.00220

**Lampiran untuk hasil perhitungan tegangan pada pemodelan impedansi konstan**

Bus	R Vre pu	R Vim pu	S Vre pu	S Vim pu	T Vre pu	T Vim pu
1	0.99917	-0.00064	0.99911	-0.00070	0.99912	-0.00070
2	0.99809	-0.00147	0.99794	-0.00162	0.99797	-0.00162
3	0.99804	-0.00150	0.99789	-0.00166	0.99792	-0.00166
4	0.99739	-0.00200	0.99719	-0.00221	0.99722	-0.00221
5	0.99702	-0.00228	0.99680	-0.00252	0.99684	-0.00252
6	0.99647	-0.00187	0.99622	-0.00213	0.99627	-0.00217
7	0.99635	-0.00178	0.99609	-0.00205	0.99614	-0.00209
8	0.99603	-0.00203	0.99574	-0.00232	0.99580	-0.00236
9	0.99554	-0.00240	0.99521	-0.00274	0.99528	-0.00278
10	0.99541	-0.00250	0.99506	-0.00284	0.99513	-0.00289
11	0.99516	-0.00266	0.99479	-0.00303	0.99486	-0.00307
12	0.99480	-0.00291	0.99440	-0.00330	0.99447	-0.00335
13	0.99457	-0.00306	0.99415	-0.00348	0.99422	-0.00353
14	0.99449	-0.00312	0.99406	-0.00354	0.99413	-0.00359
15	0.99436	-0.00321	0.99392	-0.00364	0.99398	-0.00369
16	0.99401	-0.00345	0.99353	-0.00391	0.99360	-0.00397
17	0.99394	-0.00350	0.99345	-0.00397	0.99352	-0.00402
18	0.99370	-0.00366	0.99320	-0.00415	0.99325	-0.00421
19	0.99353	-0.00378	0.99301	-0.00428	0.99307	-0.00434
20	0.99349	-0.00380	0.99297	-0.00430	0.99303	-0.00437
21	0.99326	-0.00396	0.99273	-0.00448	0.99278	-0.00454
22	0.99302	-0.00412	0.99246	-0.00466	0.99251	-0.00473
23	0.99293	-0.00418	0.99237	-0.00472	0.99242	-0.00480
24	0.99290	-0.00420	0.99234	-0.00475	0.99239	-0.00482
25	0.99289	-0.00421	0.99233	-0.00475	0.99237	-0.00483
26	0.99284	-0.00424	0.99228	-0.00479	0.99233	-0.00486
27	0.99280	-0.00427	0.99224	-0.00482	0.99229	-0.00489
28	0.99277	-0.00429	0.99221	-0.00484	0.99226	-0.00491

29	0.99591	-0.00212	0.99561	-0.00242	0.99567	-0.00247
30	0.99589	-0.00213	0.99559	-0.00244	0.99565	-0.00248
31	0.99580	-0.00220	0.99550	-0.00251	0.99556	-0.00256
32	0.99575	-0.00224	0.99544	-0.00256	0.99550	-0.00260
33	0.99570	-0.00228	0.99538	-0.00260	0.99545	-0.00265
34	0.99569	0.00229	0.99537	-0.00261	0.99544	-0.00265
35	0.99588	-0.00214	0.99558	-0.00244	0.99564	-0.00249
36	0.99579	-0.00221	0.99548	-0.00252	0.99555	-0.00257
37	0.99566	-0.00231	0.99535	-0.00263	0.99542	-0.00267
38	0.99580	-0.00221	0.99549	-0.00252	0.99555	-0.00256
39	0.99370	-0.00366	0.99320	-0.00415	0.99325	-0.00421
40	0.99326	-0.00396	0.99272	-0.00448	0.99278	-0.00454
41	0.99301	-0.00412	0.99246	-0.00466	0.99251	-0.00473
42	0.99289	-0.00421	0.99233	-0.00475	0.99238	-0.00482
43	0.99288	-0.00421	0.99232	-0.00476	0.99236	-0.00483
44	0.99286	-0.00423	0.99230	-0.00478	0.99234	-0.00485
45	0.99284	-0.00424	0.99227	-0.00480	0.99231	-0.00487
46	0.99283	-0.00425	0.99226	-0.00480	0.99230	-0.00488
47	0.99282	-0.00425	0.99226	-0.00481	0.99230	-0.00488
48	0.99288	-0.00422	0.99231	-0.00476	0.99236	-0.00484
49	0.99286	-0.00423	0.99229	-0.00478	0.99233	-0.00486
50	0.99286	-0.00423	0.99229	-0.00478	0.99233	-0.00486
51	0.99286	-0.00423	0.99229	-0.00478	0.99233	-0.00486
52	0.99286	-0.00423	0.99229	-0.00478	0.99233	-0.00486
53	0.99808	-0.00147	0.99794	-0.00162	0.99797	-0.00162
54	0.99645	-0.00188	0.99620	-0.00214	0.99626	-0.00218
55	0.99644	-0.00189	0.99619	-0.00215	0.99624	-0.00219

**Lampiran untuk hasil perhitungan tegangan pada pemodelan exponential**

Bus	R Yre pu	R Yim pu	S Yre pu	S Yim pu	T Yre pu	T Yim pu
1	0.99917	-0.00064	0.99911	-0.00070	0.99912	-0.00070
2	0.99809	-0.00148	0.99795	-0.00163	0.99797	-0.00163
3	0.99804	-0.00151	0.99790	-0.00167	0.99792	-0.00167
4	0.99739	-0.00201	0.99720	-0.00223	0.99723	-0.00223
5	0.99703	-0.00230	0.99681	-0.00254	0.99684	-0.00254
6	0.99647	-0.00189	0.99622	-0.00215	0.99628	-0.00219
7	0.99635	-0.00180	0.99609	-0.00207	0.99615	-0.00211
8	0.99604	-0.00205	0.99575	-0.00234	0.99581	-0.00238
9	0.99555	-0.00242	0.99522	-0.00276	0.99529	-0.00280
10	0.99541	-0.00252	0.99507	-0.00287	0.99514	-0.00291
11	0.99517	-0.00269	0.99480	-0.00305	0.99487	-0.00310
12	0.99481	-0.00293	0.99441	-0.00333	0.99448	-0.00338
13	0.99458	-0.00309	0.99416	-0.00351	0.99423	-0.00356
14	0.99450	-0.00315	0.99407	-0.00357	0.99414	-0.00362

15	0.99437	-0.00324	0.99393	-0.00367	0.99400	-0.00372
16	0.99402	-0.00348	0.99354	-0.00394	0.99361	-0.00400
17	0.99395	-0.00353	0.99347	-0.00400	0.99353	-0.00406
18	0.99371	-0.00369	0.99321	-0.00418	0.99327	-0.00424
19	0.99354	-0.00381	0.99303	-0.00431	0.99308	-0.00438
20	0.99350	-0.00383	0.99299	-0.00434	0.99304	-0.00440
21	0.99327	-0.00399	0.99274	-0.00451	0.99279	-0.00458
22	0.99303	-0.00416	0.99248	-0.00470	0.99253	-0.00477
23	0.99294	-0.00422	0.99239	-0.00477	0.99244	-0.00484
24	0.99291	-0.00424	0.99236	-0.00479	0.99240	-0.00486
25	0.99290	-0.00425	0.99235	-0.00480	0.99239	-0.00487
26	0.99286	-0.00428	0.99230	-0.00483	0.99234	-0.00490
27	0.99281	-0.00431	0.99226	-0.00486	0.99230	-0.00493
28	0.99279	-0.00433	0.99223	-0.00488	0.99228	-0.00495
29	0.99592	-0.00214	0.99562	-0.00244	0.99568	-0.00249
30	0.99590	-0.00215	0.99560	-0.00246	0.99566	-0.00250
31	0.99581	-0.00222	0.99551	-0.00253	0.99557	-0.00258
32	0.99576	-0.00226	0.99545	-0.00258	0.99551	-0.00262
33	0.99570	-0.00230	0.99539	-0.00262	0.99546	-0.00267
34	0.99569	-0.00231	0.99538	-0.00263	0.99545	-0.00267
35	0.99589	-0.00216	0.99559	-0.00247	0.99565	-0.00251
36	0.99580	-0.00223	0.99549	-0.00255	0.99555	-0.00259
37	0.99567	-0.00233	0.99536	-0.00265	0.99542	-0.00269
38	0.99560	-0.00223	0.99550	-0.00254	0.99556	-0.00258
39	0.99371	-0.00369	0.99321	-0.00418	0.99327	-0.00424
40	0.99327	-0.00399	0.99274	-0.00452	0.99279	-0.00458
41	0.99303	-0.00416	0.99247	-0.00470	0.99252	-0.00477
42	0.99290	-0.00424	0.99235	-0.00479	0.99240	-0.00487
43	0.99290	-0.00425	0.99234	-0.00480	0.99238	-0.00488
44	0.99288	-0.00427	0.99231	-0.00482	0.99236	-0.00489
45	0.99285	-0.00428	0.99229	-0.00484	0.99233	-0.00491
46	0.99284	-0.00429	0.99228	-0.00484	0.99232	-0.00492
47	0.99284	-0.00429	0.99227	-0.00485	0.99232	-0.00492
48	0.99289	-0.00425	0.99233	-0.00481	0.99238	-0.00488
49	0.99287	-0.00427	0.99231	-0.00482	0.99235	-0.00490
50	0.99287	-0.00427	0.99231	-0.00482	0.99234	-0.00490
51	0.99287	-0.00427	0.99230	-0.00483	0.99234	-0.00490
52	0.99287	-0.00427	0.99231	-0.00483	0.99234	-0.00490
53	0.99609	-0.00148	0.99795	-0.00163	0.99797	-0.00163
54	0.99646	-0.00190	0.99621	-0.00216	0.99626	-0.00220
55	0.99645	-0.00191	0.99620	-0.00217	0.99625	-0.00221

**Lampiran untuk hasil perhitungan aliran daya pada pemodelan daya konstan**

Bus	R Sre kW	R Sim KVar	S Sre kW	S Sim kVar	T Sre kW	T Sim kVar
1	977.815	583.018	1064.935	635.519	1055.936	630.241
2	931.097	554.234	1033.260	615.417	1021.067	608.259
3	924.828	550.466	1024.338	610.064	1012.903	603.356
4	913.528	543.135	1013.930	603.119	999.293	594.522
5	875.134	520.016	969.831	576.530	953.688	567.056
6	853.256	507.511	945.212	562.431	926.282	551.239
7	775.357	461.381	884.317	526.401	872.207	519.244
8	738.523	439.277	844.996	502.751	834.405	496.500
9	560.309	333.192	643.088	382.516	630.053	374.820
10	510.129	303.350	594.789	353.769	578.918	344.394
11	387.032	230.254	436.738	259.875	446.409	265.651
12	351.067	208.759	402.589	239.458	411.312	244.667
13	326.994	194.405	378.316	224.964	393.469	233.983
14	295.384	175.626	345.376	205.389	353.907	210.478
15	295.144	169.514	331.915	197.354	340.445	202.441
16	266.546	158.390	312.545	185.744	323.154	192.058
17	236.831	140.742	269.016	159.895	290.598	172.718
18	231.879	137.751	254.410	151.164	272.393	161.846
19	224.477	133.323	253.625	150.653	264.606	157.177
20	215.958	128.261	244.159	145.027	255.519	151.775
21	210.253	124.837	232.773	138.215	246.022	146.080
22	201.898	119.833	220.820	131.066	235.012	139.486
23	195.644	116.106	205.294	121.835	220.999	131.150
24	128.851	76.464	119.201	70.738	126.959	75.342
25	110.876	65.797	100.280	59.510	108.795	64.563
26	93.656	55.576	88.926	52.769	97.440	57.821
27	55.815	33.120	49.193	29.191	51.085	30.313
28	43.516	25.821	45.408	26.943	40.678	24.137
29	178.052	105.679	201.710	119.719	204.163	121.176
30	164.050	97.367	181.085	107.476	175.970	104.443
31	154.393	91.623	168.778	100.157	161.583	95.890
32	93.657	55.578	104.825	62.202	97.819	58.048
33	66.978	39.744	70.005	41.540	68.680	40.754
34	34.245	20.320	38.408	22.790	34.624	20.544
35	9.649	5.725	12.298	7.297	14.379	8.532
36	33.110	19.646	32.353	19.197	34.434	20.432
37	32.732	19.422	31.596	18.748	34.056	20.208
38	27.623	16.391	31.596	18.748	29.326	17.401
39	7.379	4.378	0.757	0.449	7.757	4.603
40	8.325	4.940	11.920	7.073	10.974	6.511
41	6.244	3.705	15.514	9.206	14.001	8.308
42	17.974	10.665	18.920	11.226	18.163	10.777



43	66.789	39.633	86.088	51.085	94.035	55.796
44	42.382	25.149	50.706	30.089	51.652	30.650
45	38.786	23.015	46.165	27.393	43.895	26.046
46	20.812	12.349	23.461	13.921	28.758	17.064
47	17.028	10.104	10.974	6.511	15.136	8.981
48	24.407	14.483	35.381	20.994	42.382	25.144
49	20.623	12.237	25.920	15.380	38.597	22.902
50	2.270	1.347	2.460	1.459	6.054	3.592
51	17.974	10.665	22.136	13.135	27.812	16.503
52	0.378	0.224	1.324	0.786	4.730	2.807
53	6.244	3.705	8.892	5.276	8.136	4.827
54	77.761	46.141	60.733	36.037	53.922	31.996
55	35.948	21.330	25.731	15.268	31.218	18.524

**Lampiran untuk hasil perhitungan aliran daya pada pemodelan arus konstan**

Bus	R Sre kW	R Sim kVar	S Sre kW	S Sim kVar	T Sre kW	T Sim kVar
1	973.095	580.185	1059.272	632.116	1050.364	626.891
2	926.421	551.438	1027.631	612.048	1015.532	604.945
3	920.164	547.678	1018.728	606.707	1007.385	600.052
4	908.889	540.368	1008.346	599.785	993.806	591.246
5	870.598	517.314	964.373	573.284	948.331	563.860
6	848.790	504.845	939.839	559.222	921.017	548.093
7	771.170	458.880	879.179	523.329	867.148	516.219
8	734.472	436.860	840.013	499.776	829.493	493.566
9	557.020	331.230	639.029	380.094	626.061	372.438
10	507.064	301.522	590.962	351.487	575.170	342.157
11	384.595	228.765	433.697	258.059	443.309	263.800
12	348.747	207.376	399.727	237.751	408.394	242.926
13	324.800	193.097	375.591	223.340	390.650	232.303
14	293.362	174.421	342.845	203.880	351.319	208.935
15	283.179	168.343	329.464	195.894	337.936	200.946
16	264.687	157.284	310.213	184.356	320.750	190.627
17	235.151	139.742	266.968	158.675	288.404	171.411
18	230.229	136.770	252.457	150.003	270.318	160.611
19	222.874	132.370	251.678	149.495	262.584	155.975
20	214.411	127.341	242.279	143.909	253.560	150.611
21	208.743	123.940	230.974	137.146	244.131	144.956
22	200.445	118.971	219.108	130.049	233.200	138.410
23	194.235	115.270	203.700	120.889	219.293	130.138
24	127.922	75.913	118.275	70.189	125.978	74.760
25	110.076	65.322	99.500	59.047	107.953	64.063
26	92.979	55.174	88.233	52.358	96.686	57.373
27	55.410	32.879	48.808	28.962	50.688	30.077
28	43.200	25.633	45.053	26.733	40.362	23.949

15	281.250	167.194	327.061	194.462	335.476	199.480
16	262.863	156.198	307.927	182.995	318.394	189.224
17	233.503	138.761	264.960	157.480	286.253	170.131
18	228.610	135.807	250.544	148.864	268.284	159.401
19	221.302	131.435	249.771	148.361	260.602	154.796
20	212.893	126.439	240.437	142.814	251.640	149.469
21	207.262	123.060	229.211	136.098	242.276	143.854
22	199.020	118.124	217.431	129.053	231.425	137.356
23	192.853	114.450	202.138	119.961	217.621	129.145
24	127.011	75.372	117.368	69.650	125.017	74.190
25	109.291	64.856	98.735	58.593	107.129	63.574
26	92.315	54.780	87.554	51.955	95.946	56.934
27	55.012	32.644	48.431	28.738	50.299	29.847
28	42.890	25.449	44.705	26.526	40.052	23.765
29	176.545	104.784	199.881	118.633	202.341	120.094
30	162.657	96.540	179.437	106.498	174.392	103.506
31	153.080	90.843	167.239	99.243	160.130	95.028
32	92.853	55.101	103.861	61.630	96.932	57.522
33	66.400	39.401	69.358	41.156	68.054	40.383
34	33.951	20.145	38.053	22.579	34.309	20.358
35	9.570	5.678	12.190	7.233	14.254	8.458
36	32.832	19.481	32.062	19.024	34.129	20.251
37	32.449	19.254	31.303	18.574	33.745	20.023
38	27.392	16.253	31.312	18.580	29.066	17.247
39	7.286	4.323	0.747	0.443	7.653	4.541
40	8.213	4.873	11.747	6.970	10.816	6.418
41	6.157	3.653	15.282	9.068	13.792	8.184
42	17.720	10.514	18.631	11.055	17.888	10.614
43	65.838	39.068	84.766	50.300	92.598	54.943
44	41.777	24.790	49.926	29.626	50.862	30.181
45	38.233	22.686	45.454	26.971	43.223	25.647
46	20.515	12.173	23.100	13.707	28.318	16.803
47	16.785	9.959	10.805	6.411	14.904	8.844
48	24.060	14.277	34.838	20.673	41.735	24.760
49	20.330	12.063	25.523	15.144	38.008	22.553
50	2.238	1.328	2.422	1.437	5.962	3.538
51	17.718	10.513	21.797	12.933	27.388	16.251
52	0.373	0.221	1.304	0.774	4.658	2.764
53	6.220	3.691	8.856	5.255	8.103	4.808
54	77.210	45.814	60.273	35.764	53.519	31.757
55	35.693	21.179	25.536	15.152	30.984	18.385

Lampiran untuk hasil perhitungan aliran daya pada pemodelan eksponensial

Bus	R Sre kW	R Sim kVar	S Sre kW	S Sim kVar	T Sre kW	T Sim kVar
1	971.340	574.084	1057.171	624.801	1048.299	619.693
2	924.685	545.399	1025.547	604.785	1013.483	597.801
3	918.434	541.655	1016.651	599.468	1005.342	592.932
4	907.170	534.380	1006.279	592.583	991.777	584.170
5	868.917	511.460	962.354	566.247	946.350	556.953
6	847.139	499.073	937.856	552.284	919.075	541.296
7	769.622	453.467	877.283	516.692	865.282	509.685
8	732.976	431.625	838.175	493.342	827.682	487.225
9	555.806	326.982	637.534	374.858	624.591	367.290
10	505.934	297.566	589.553	346.553	573.790	337.324
11	383.675	225.545	432.578	254.141	442.168	259.807
12	347.892	204.384	398.674	234.066	407.321	239.169
13	323.992	190.269	374.589	219.832	389.615	228.675
14	292.617	171.815	341.915	200.622	350.368	205.603
15	282.455	165.811	328.564	192.740	337.015	197.717
16	264.003	154.889	309.357	181.356	319.868	187.535
17	234.533	137.578	266.216	156.040	287.598	168.589
18	229.622	134.645	251.741	147.492	269.556	157.943
19	222.285	130.306	250.964	146.992	261.842	153.375
20	213.842	125.349	241.590	141.492	252.842	148.093
21	208.189	121.997	230.314	134.833	243.437	142.524
22	199.912	117.101	218.481	127.849	232.536	136.082
23	193.718	113.457	203.116	118.940	218.668	127.945
24	127.581	74.718	117.936	68.999	125.619	73.500
25	109.782	64.292	99.214	58.044	107.645	62.982
26	92.730	54.302	87.979	51.468	96.409	56.404
27	55.261	32.358	48.667	28.468	50.542	29.567
28	43.084	25.227	44.923	25.276	40.246	23.543
29	177.013	104.245	200.448	117.979	202.906	119.443
30	163.089	96.041	179.948	105.909	174.881	102.942
31	153.487	90.373	167.716	98.693	160.580	94.508
32	93.102	54.813	104.160	61.285	97.207	57.204
33	66.579	39.194	69.558	40.924	68.248	40.159
34	34.042	20.040	38.163	22.453	34.406	20.245
35	9.595	5.650	12.223	7.194	14.293	8.413
36	32.918	19.382	32.152	18.920	34.223	20.141
37	32.536	19.153	31.394	18.470	33.841	19.912
38	27.463	16.170	31.400	18.478	29.147	17.154
39	7.315	4.290	0.750	0.439	7.685	4.504
40	8.248	4.834	11.801	6.909	10.865	6.362
41	6.184	3.622	15.354	8.985	13.857	8.110
42	17.798	10.424	18.721	10.953	17.973	10.516

43	66.133	38.730	85.175	49.831	93.043	54.433
44	41.964	24.575	50.168	29.349	51.107	29.901
45	38.404	22.489	45.675	26.719	43.431	25.409
46	20.607	12.067	23.211	13.578	28.455	16.647
47	16.860	9.873	10.857	6.351	14.976	8.761
48	24.168	14.153	35.007	20.480	41.935	24.530
49	20.420	11.958	25.646	15.003	38.190	22.343
50	2.248	1.317	2.434	1.424	5.991	3.505
51	17.798	10.422	21.902	12.813	27.519	16.100
52	0.375	0.219	1.310	0.767	4.680	2.738
53	6.227	3.682	8.867	5.242	8.113	4.796
54	77.381	45.617	60.416	35.599	53.644	31.612
55	35.772	21.087	25.596	15.082	31.057	18.301

Lampiran untuk hasil perhitungan rugi-rugi daya pada pemodelan daya konstan

Bus	R Lre kW	R Lim kVar	S Lre kW	S Lim kVar	T Lre kW	T Lim kVar
1	1.196	0.138	1.406	0.182	1.385	0.186
2	1.488	0.172	1.795	0.231	1.759	0.237
3	0.068	0.008	0.081	0.010	0.080	0.011
4	0.876	0.101	1.057	0.136	1.033	0.139
5	0.472	0.055	0.568	0.073	0.553	0.074
6	0.266	-0.630	0.335	-0.705	0.335	-0.649
7	0.053	-0.127	0.069	-0.145	0.070	-0.135
8	0.347	0.040	0.436	0.056	0.427	0.057
9	0.403	0.047	0.510	0.065	0.494	0.066
10	0.101	0.006	0.130	0.009	0.125	0.010
11	0.136	0.008	0.168	0.012	0.172	0.013
12	0.181	0.011	0.228	0.016	0.234	0.017
13	0.106	0.006	0.136	0.010	0.143	0.011
14	0.034	0.002	0.045	0.003	0.046	0.003
15	0.054	0.003	0.070	0.005	0.072	0.005
16	0.134	0.008	0.174	0.012	0.182	0.013
17	0.025	0.001	0.031	0.002	0.034	0.002
18	0.079	0.005	0.094	0.007	0.103	0.007
19	0.055	0.003	0.068	0.005	0.072	0.005
20	0.011	0.001	0.013	0.001	0.014	0.001
21	0.069	0.004	0.083	0.006	0.090	0.007
22	0.071	0.004	0.084	0.006	0.091	0.007
23	0.025	0.001	0.027	0.002	0.030	0.002
24	0.006	0.000	0.005	0.000	0.006	0.000
25	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
26	0.006	0.000	0.006	0.000	0.007	0.000
27	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000
28	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000

13	0.106	0.006	0.134	0.009	0.141	0.010
14	0.034	0.002	0.044	0.003	0.045	0.003

Lampiran untuk hasil perhitungan rugi-rugi daya pada model impedansi konstan

Bus	R Lre kW	R Lim kVar	S Lre kW	S Lim kVar	T Lre kW	T Lim kVar
1	1.173	0.136	1.377	0.178	1.356	0.183
2	1.458	0.169	1.756	0.226	1.722	0.232
3	0.066	0.008	0.080	0.010	0.078	0.011
4	0.858	0.099	1.034	0.133	1.010	0.136
5	0.462	0.053	0.556	0.071	0.541	0.073
6	0.260	-0.625	0.328	-0.689	0.327	-0.634
7	0.052	-0.124	0.067	-0.142	0.068	-0.132
8	0.339	0.039	0.426	0.054	0.417	0.056
9	0.394	0.046	0.497	0.063	0.482	0.064
10	0.099	0.006	0.127	0.009	0.122	0.009
11	0.133	0.008	0.163	0.012	0.168	0.013
12	0.176	0.010	0.222	0.016	0.228	0.017
13	0.103	0.006	0.132	0.009	0.139	0.010
14	0.033	0.002	0.043	0.003	0.045	0.003
15	0.053	0.003	0.068	0.005	0.070	0.005
16	0.130	0.008	0.169	0.012	0.176	0.013
17	0.024	0.001	0.030	0.002	0.033	0.002
18	0.077	0.004	0.091	0.007	0.100	0.007
19	0.053	0.003	0.066	0.005	0.070	0.005
20	0.010	0.001	0.013	0.001	0.014	0.001
21	0.067	0.004	0.081	0.006	0.087	0.006
22	0.069	0.004	0.081	0.006	0.088	0.006
23	0.024	0.001	0.027	0.002	0.029	0.002
24	0.006	0.000	0.005	0.000	0.006	0.000
25	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
26	0.006	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000
27	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000
28	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
29	0.031	0.004	0.038	0.005	0.039	0.005
30	0.005	0.001	0.006	0.001	0.005	0.001
31	0.019	0.002	0.023	0.003	0.021	0.003
32	0.007	0.001	0.009	0.001	0.008	0.001
33	0.005	0.001	0.006	0.001	0.006	0.001
34	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
37	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

43	0.004	0.000	0.006	0.000	0.007	0.001
44	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
45	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
49	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
55	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000

Lampiran untuk hasil perhitungan rugi-rugi daya pada pemodelan exponential

Bus	R Lre kW	R Lim kVar	S Lre kW	S Lim kVar	T Lre kW	T Lim kVar
1	1.173	0.145	1.378	0.190	1.356	0.194
2	1.458	0.181	1.757	0.242	1.723	0.247
3	0.066	0.008	0.080	0.011	0.078	0.011
4	0.859	0.107	1.035	0.142	1.011	0.145
5	0.462	0.057	0.556	0.077	0.541	0.078
6	0.266	-0.623	0.334	-0.688	0.333	-0.632
7	0.053	-0.124	0.069	-0.142	0.069	-0.131
8	0.339	0.043	0.426	0.059	0.418	0.060
9	0.394	0.049	0.497	0.068	0.482	0.069
10	0.099	0.007	0.127	0.010	0.122	0.011
11	0.133	0.009	0.164	0.013	0.168	0.014
12	0.177	0.012	0.222	0.018	0.228	0.020
13	0.104	0.007	0.132	0.011	0.139	0.012
14	0.033	0.002	0.043	0.004	0.045	0.004
15	0.053	0.004	0.068	0.006	0.070	0.006
16	0.130	0.009	0.169	0.014	0.177	0.015
17	0.024	0.002	0.030	0.002	0.033	0.003
18	0.077	0.005	0.092	0.008	0.100	0.008
19	0.054	0.004	0.066	0.005	0.070	0.006
20	0.011	0.001	0.013	0.001	0.014	0.001
21	0.067	0.005	0.081	0.007	0.087	0.007
22	0.069	0.005	0.081	0.007	0.088	0.007
23	0.024	0.002	0.027	0.002	0.029	0.002
24	0.006	0.000	0.005	0.000	0.006	0.000
25	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
26	0.006	0.000	0.006	0.000	0.006	0.001
27	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000
28	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000

29	0.031	0.004	0.038	0.005	0.039	0.006
30	0.005	0.001	0.006	0.001	0.005	0.001
31	0.019	0.002	0.023	0.003	0.022	0.003
32	0.007	0.001	0.009	0.001	0.008	0.001
33	0.005	0.001	0.006	0.001	0.006	0.001
34	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
37	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	0.004	0.000	0.007	0.001	0.007	0.001
44	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
45	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
49	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
55	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000

## LISTING PROGRAM

```
unit uDataLF;

interface

uses uUtils,uKomplex,uPhasa,uTypeData3Phasa;

procedure DataSkripsi;

var N:integer;
    terminal:iArr1;
    Bus:BArr;
    Vr,Ir,Sa,SL:PArr;
    Za:SArr;
    Pbase,Vbase,KonstP,KonstV,Zbase,lbase:double;

implementation

procedure DataSkripsi;
var i:integer;
begin
    N:=55;
    Vbase:=20;KonstV:=1000;
    Pbase:=100;KonstP:=1000;
    Zbase:=sqrt(Vbase*KonstV)/(Pbase*KonstP);
    lbase:=Vbase*KonstV/Zbase;
    SetLength(Bus,N+1);
    SetLength(Vr,N+1);
    SetLength(Za,N+1);
    SetLength(terminal,17+1);
    Bus[1].No:=1;
    Bus[1].Load.R:=complex(46.1648/Pbase,27.3926/Pbase);
    Bus[1].Load.S:=complex(31.0288/Pbase,18.4114/Pbase);
    Bus[1].Load.T:=complex(34.2452/Pbase,20.3199/Pbase);
    Bus[2].No:=2;
    Bus[2].Load.R:=complex(0.0000/Pbase, 0.0000/Pbase);
    Bus[2].Load.S:=complex(0.0000/Pbase, 0.0000/Pbase);
    Bus[2].Load.T:=complex(0.0000/Pbase, 0.0000/Pbase);
    Bus[3].No:=3;
    Bus[3].Load.R:=complex(10.9736/Pbase,6.5114/Pbase);
    Bus[3].Load.S:=complex(10.0276/Pbase,5.9500/Pbase);
    Bus[3].Load.T:=complex(13.2440/Pbase,7.8585/Pbase);
    Bus[4].No:=4;
    Bus[4].Load.R:=complex(38.2184/Pbase,22.6775/Pbase);
    Bus[4].Load.S:=complex(43.8944/Pbase,26.0454/Pbase);
```

---



```
Bus[4].Load.T:=complex(45.4080/Pbase,26.9435/Pbase);
Bus[5].No:=5;
Bus[5].Load.R:=complex(21.1904/Pbase,12.5736/Pbase);
Bus[5].Load.S:=complex(23.8392/Pbase,14.1454/Pbase);
Bus[5].Load.T:=complex(26.6772/Pbase,15.8293/Pbase);
Bus[6].No:=6;
Bus[6].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[6].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[6].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[7].No:=7;
Bus[7].Load.R:=complex(36.7048/Pbase,21.7793/Pbase);
Bus[7].Load.S:=complex(39.1644/Pbase,23.2388/Pbase);
Bus[7].Load.T:=complex(37.6508/Pbase,22.3407/Pbase);
Bus[8].No:=8;
Bus[8].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[8].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[8].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[9].No:=9;
Bus[9].Load.R:=complex(50.1380/Pbase,29.7501/Pbase);
Bus[9].Load.S:=complex(48.2460/Pbase,28.6275/Pbase);
Bus[9].Load.T:=complex(51.0840/Pbase,30.3115/Pbase);
Bus[10].No:=10;
Bus[10].Load.R:=complex(122.9800/Pbase,72.9720/Pbase);
Bus[10].Load.S:=complex(157.9820/Pbase,93.7410/Pbase);
Bus[10].Load.T:=complex(132.4400/Pbase,78.5853/Pbase);
Bus[11].No:=11;
Bus[11].Load.R:=complex(35.9480/Pbase,21.3303/Pbase);
Bus[11].Load.S:=complex(34.0560/Pbase,20.2076/Pbase);
Bus[11].Load.T:=complex(35.0020/Pbase,20.7690/Pbase);
Bus[12].No:=12;
Bus[12].Load.R:=complex(24.0284/Pbase,14.2576/Pbase);
Bus[12].Load.S:=complex(24.2176/Pbase,14.3699/Pbase);
Bus[12].Load.T:=complex(17.7848/Pbase,10.5529/Pbase);
Bus[13].No:=13;
Bus[13].Load.R:=complex(31.5964/Pbase,18.7482/Pbase);
Bus[13].Load.S:=complex(32.9208/Pbase,19.5341/Pbase);
Bus[13].Load.T:=complex(39.5428/Pbase,23.4633/Pbase);
Bus[14].No:=14;
Bus[14].Load.R:=complex(10.2168/Pbase,6.0623/Pbase);
Bus[14].Load.S:=complex(13.4332/Pbase,7.9708/Pbase);
Bus[14].Load.T:=complex(13.4332/Pbase,7.9708/Pbase);
Bus[15].No:=15;
Bus[15].Load.R:=complex(18.5416/Pbase,11.0019/Pbase);
Bus[15].Load.S:=complex(19.2984/Pbase,11.4510/Pbase);
Bus[15].Load.T:=complex(17.2172/Pbase,10.2161/Pbase);
Bus[16].No:=16;
```

Bus[16].Load.R:=complex(29.7044/Pbase,17.6256/Pbase);  
Bus[16].Load.S:=complex(43.5160/Pbase,25.8209/Pbase);  
Bus[16].Load.T:=complex(32.5424/Pbase,19.3095/Pbase);  
Bus[17].No:=17;  
Bus[17].Load.R:=complex(4.9192/Pbase,2.9189/Pbase);  
Bus[17].Load.S:=complex(14.5684/Pbase,8.6444/Pbase);  
Bus[17].Load.T:=complex(18.1632/Pbase,10.7774/Pbase);  
Bus[18].No:=18;  
Bus[18].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[18].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[18].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[19].No:=19;  
Bus[19].Load.R:=complex(8.5140/Pbase,5.0519/Pbase);  
Bus[19].Load.S:=complex(9.4600/Pbase,5.6132/Pbase);  
Bus[19].Load.T:=complex(9.0816/Pbase,5.3887/Pbase);  
Bus[20].No:=20;  
Bus[20].Load.R:=complex(5.6760/Pbase,3.3609/Pbase);  
Bus[20].Load.S:=complex(11.3520/Pbase,6.7359/Pbase);  
Bus[20].Load.T:=complex(9.4600/Pbase,5.6132/Pbase);  
Bus[21].No:=21;  
Bus[21].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[21].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[21].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[22].No:=22;  
Bus[22].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[22].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[22].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[23].No:=23;  
Bus[23].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[23].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[23].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[24].No:=24;  
Bus[24].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[24].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[24].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);  
Bus[25].No:=25;  
Bus[25].Load.R:=complex(17.2172/Pbase,10.2161/Pbase);  
Bus[25].Load.S:=complex(11.3520/Pbase,6.7359/Pbase);  
Bus[25].Load.T:=complex(11.3520/Pbase,6.7359/Pbase);  
Bus[26].No:=26;  
Bus[26].Load.R:=complex(37.8400/Pbase,22.4529/Pbase);  
Bus[26].Load.S:=complex(39.7320/Pbase,23.5756/Pbase);  
Bus[26].Load.T:=complex(46.3540/Pbase,27.5048/Pbase);  
Bus[27].No:=27;  
Bus[27].Load.R:=complex(12.2980/Pbase,7.2972/Pbase);  
Bus[27].Load.S:=complex(3.7840/Pbase,2.2453/Pbase);

```

Bus[27].Load.T:=complex(10.4060/Pbase,6.1746/Pbase);
Bus[28].No:=28;
Bus[28].Load.R:=complex(43.5160/Pbase,25.8209/Pbase);
Bus[28].Load.S:=complex(45.4080/Pbase,26.9435/Pbase);
Bus[28].Load.T:=complex(40.6780/Pbase,24.1369/Pbase);
Bus[29].No:=29;
Bus[29].Load.R:=complex(14.0008/Pbase,8.3076/Pbase);
Bus[29].Load.S:=complex(20.6228/Pbase,12.2369/Pbase);
Bus[29].Load.T:=complex(28.1908/Pbase,16.7274/Pbase);
Bus[30].No:=30;
Bus[30].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);//3 5
Bus[30].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);//3 5
Bus[30].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);//1 0
Bus[31].No:=31;
Bus[31].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);//3 8
Bus[31].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);//9 2
Bus[31].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);//1 9
Bus[32].No:=32;
Bus[32].Load.R:=complex(26.6772/Pbase,15.8293/Pbase);
Bus[32].Load.S:=complex(34.8182/Pbase,20.6567/Pbase);
Bus[32].Load.T:=complex(29.1368/Pbase,17.2888/Pbase);
Bus[33].No:=33;
Bus[33].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[33].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[33].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[34].No:=34;
Bus[34].Load.R:=complex(34.2452/Pbase,20.3199/Pbase); // 2 5
Bus[34].Load.S:=complex(38.4076/Pbase,22.7897/Pbase); // 8 7
Bus[34].Load.T:=complex(34.6236/Pbase,20.5444/Pbase); // 0 8
Bus[35].No:=35;
Bus[35].Load.R:=complex(9.6492/Pbase,5.7255/Pbase);
Bus[35].Load.S:=complex(12.2980/Pbase,7.2972/Pbase);
Bus[35].Load.T:=complex(14.3792/Pbase,8.5321/Pbase);
Bus[36].No:=36;
Bus[36].Load.R:=complex(33.1100/Pbase,19.6463/Pbase);
Bus[36].Load.S:=complex(32.3532/Pbase,19.1973/Pbase);
Bus[36].Load.T:=complex(34.4344/Pbase,20.4322/Pbase);
Bus[37].No:=37;
Bus[37].Load.R:=complex(32.7316/Pbase,19.4218/Pbase);
Bus[37].Load.S:=complex(31.5964/Pbase,18.7482/Pbase);
Bus[37].Load.T:=complex(34.0560/Pbase,20.2076/Pbase);
Bus[38].No:=38;
Bus[38].Load.R:=complex(27.6232/Pbase,16.3906/Pbase);
Bus[38].Load.S:=complex(31.5964/Pbase,18.7482/Pbase);
Bus[38].Load.T:=complex(29.3260/Pbase,17.4010/Pbase);
Bus[39].No:=39;

```

```

Bus[39].Load.R:=complex(7.3788/Pbase,4.3783/Pbase);
Bus[39].Load.S:=complex(0.7568/Pbase,0.4491/Pbase);
Bus[39].Load.T:=complex(7.7572/Pbase,4.6029/Pbase);
Bus[40].No:=40;
Bus[40].Load.R:=complex(8.3248/Pbase,4.9396/Pbase);
Bus[40].Load.S:=complex(11.9196/Pbase,7.0727/Pbase);
Bus[40].Load.T:=complex(10.9736/Pbase,6.5114/Pbase);
Bus[41].No:=41;
Bus[41].Load.R:=complex(6.2436/Pbase,3.7047/Pbase);
Bus[41].Load.S:=complex(15.5144/Pbase,9.2057/Pbase);
Bus[41].Load.T:=complex(14.0008/Pbase,8.3076/Pbase);
Bus[42].No:=42;
Bus[42].Load.R:=complex(17.9740/Pbase,10.6651/Pbase);
Bus[42].Load.S:=complex(18.9200/Pbase,11.2265/Pbase);
Bus[42].Load.T:=complex(18.1632/Pbase,10.7774/Pbase);
Bus[43].No:=43;
Bus[43].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[43].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[43].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[44].No:=44;
Bus[44].Load.R:=complex(3.5948/Pbase,2.1330/Pbase); // 3 6
Bus[44].Load.S:=complex(4.5408/Pbase,2.6944/Pbase); // 2 7
Bus[44].Load.T:=complex(7.7572/Pbase,4.6029/Pbase); // 0 0
Bus[45].No:=45;
Bus[45].Load.R:=complex(17.9740/Pbase,10.6651/Pbase);
Bus[45].Load.S:=complex(22.7040/Pbase,13.4718/Pbase);
Bus[45].Load.T:=complex(15.1360/Pbase,8.9812/Pbase);
Bus[46].No:=46;
Bus[46].Load.R:=complex(3.7840/Pbase,2.2453/Pbase);
Bus[46].Load.S:=complex(12.4872/Pbase,7.4095/Pbase);
Bus[46].Load.T:=complex(13.6224/Pbase,8.0831/Pbase);
Bus[47].No:=47;
Bus[47].Load.R:=complex(17.0280/Pbase,10.1038/Pbase);
Bus[47].Load.S:=complex(10.9736/Pbase,6.5114/Pbase);
Bus[47].Load.T:=complex(15.1360/Pbase,8.9812/Pbase);
Bus[48].No:=48;
Bus[48].Load.R:=complex(3.7840/Pbase,2.2453/Pbase); //5 5
Bus[48].Load.S:=complex(9.4600/Pbase,5.6132/Pbase); //0 5
Bus[48].Load.T:=complex(3.7840/Pbase,2.2403/Pbase); //7 2
Bus[49].No:=49;
Bus[49].Load.R:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[49].Load.S:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[49].Load.T:=complex(0.0000/Pbase,0.0000/Pbase);
Bus[50].No:=50;
Bus[50].Load.R:=complex(2.2704/Pbase,1.3472/Pbase);
Bus[50].Load.S:=complex(2.4596/Pbase,1.4594/Pbase);

```

```

Bus[50].Load.T:=complex(6.0544/Pbase,3.5925/Pbase);
Bus[51].No:=51;
Bus[51].Load.R:=complex(17.9740/Pbase,10.6651/Pbase);
Bus[51].Load.S:=complex(22.1364/Pbase,13.1350/Pbase);
Bus[51].Load.T:=complex(27.8124/Pbase,16.5029/Pbase);
Bus[52].No:=52;
Bus[52].Load.R:=complex(0.3784/Pbase,0.2245/Pbase);
Bus[52].Load.S:=complex(1.3244/Pbase,0.7859/Pbase);
Bus[52].Load.T:=complex(4.7300/Pbase,2.8066/Pbase);
Bus[53].No:=53;
Bus[53].Load.R:=complex(6.2436/Pbase,3.7047/Pbase);
Bus[53].Load.S:=complex(8.8924/Pbase,5.2764/Pbase);
Bus[53].Load.T:=complex(8.1356/Pbase,4.8274/Pbase);
Bus[54].No:=54;
Bus[54].Load.R:=complex(41.8132/Pbase,24.8105/Pbase);
Bus[54].Load.S:=complex(35.0020/Pbase,20.7690/Pbase);
Bus[54].Load.T:=complex(22.7040/Pbase,13.4718/Pbase);
Bus[55].No:=55;
Bus[55].Load.R:=complex(35.9480/Pbase,21.3303/Pbase);
Bus[55].Load.S:=complex(25.7312/Pbase,15.2680/Pbase);
Bus[55].Load.T:=complex(31.2180/Pbase,18.5237/Pbase);
for i:=0 to N do
begin
  Vr[i].R:=complex(1,0);
  Vr[i].S:=complex(1,0);
  Vr[i].T:=complex(1,0);
end;
With Za[1] do
begin
  No:=1;
  Nbhind:=0;
  LnAHead1:=2;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=303;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[2] do
begin
  No:=2;
  Nbhind:=1;
  LnAHead1:=3;
  LnAHead2:=53;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=412;

```

```
GMR:=5.2365*0.001;
R:=-0.2162*0.001;
end;
With Za[3] do
begin
No:=3;
Nbhind:=2;
LnAHead1:=4;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=19;
GMR:=-5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[4] do
begin
No:=4;
Nbhind:=3;
LnAHead1:=5;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=252;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[5] do
begin
No:=5;
Nbhind:=4;
LnAHead1:=6;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=148;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[6] do
begin
No:=6;
Nbhind:=5;
LnAHead1:=7;
LnAHead2:=54;
LnAHead3:=0;
Panjang:=266;
GMR:=5.2365;
R:=0.2162*0.001;
```

---

```
end;
With Za[7] do
begin
  No:=7;
  Nbhind:=6;
  LnAHead1:=8;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=63;
  GMR:=5.2365;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[8] do
begin
  No:=8;
  Nbhind:=7;
  LnAHead1:=9;
  LnAHead2:=29;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=150;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:-0.2162*0.001;
end;
With Za[9] do
begin
  No:=9;
  Nbhind:=8;
  LnAHead1:=10;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=303;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[10] do
begin
  No:=10;
  Nbhind:=9;
  LnAHead1:=11;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=86;
  GMR:=4.6837*0.001;
  R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[11] do
```

---

```
begin
  No:=11;
  Nbhind:=10;
  LnAHead1:=12;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=202;
  GMR:=4.6837*0.001;
  R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[12] do
begin
  No:=12;
  Nbhind:=11;
  LnAHead1:=13;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=324;
  GMR:=4.6837*0.001;
  R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[13] do
begin
  No:=13;
  Nbhind:=12;
  LnAHead1:=14;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=217.5;
  GMR:=4.6837*0.001;
  R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[14] do
begin
  No:=14;
  Nbhind:=13;
  LnAHead1:=15;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=86;
  GMR:=4.6837*0.001;
  R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[15] do
begin
  No:=15;
```

---



```
Nbhind:=14;
LnAHead1:=16;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=146;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[16] do
begin
No:=16;
Nbhind:=15;
LnAHead1:=17;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=410;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[17] do
begin
No:=17;
Nbhind:=16;
LnAHead1:=18;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=96;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[18] do
begin
No:=18;
Nbhind:=17;
LnAHead1:=19;
LnAHead2:=39;
LnAHead3:=0;
Panjang:=328;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[19] do
begin
No:=19;
Nbhind:=18;
LnAHead1:=20;
```

```
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=241;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[20] do
begin
No:=20;
Nbhind:=19;
LnAHead1:=21;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=51;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[21] do
begin
No:=21;
Nbhind:=20;
LnAHead1:=22;
LnAHead2:=40;
LnAHead3:=0;
Panjang:=348;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[22] do
begin
No:=22;
Nbhind:=21;
LnAHead1:=23;
LnAHead2:=41;
LnAHead3:=0;
Panjang:=386;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[23] do
begin
No:=23;
Nbhind:=22;
LnAHead1:=24;
LnAHead2:=43;
LnAHead3:=0;
```

```
Panjang:=145;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[24] do
begin
No:=24;
Nbhind:=23;
LnAHead1:=25;
LnAHead2:=42;
LnAHead3:=0;
Panjang:=84;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[25] do
begin
No:=25;
Nbhind:=24;
LnAHead1:=26;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=35;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[26] do
begin
No:=26;
Nbhind:=25;
LnAHead1:=27;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=162;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[27] do
begin
No:=27;
Nbhind:=26;
LnAHead1:=28;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=265;
GMR:=4.6837*0.001;
```

---

```
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[28] do
begin
No:=28;
Nbhind:=27;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=215;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[29] do
begin
No:=29;
Nbhind:=8;
LnAHead1:=30;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=234;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[30] do
begin
No:=30;
Nbhind:=29;
LnAHead1:=31;
LnAHead2:=35;
LnAHead3:=0;
Panjang:=42;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[31] do
begin
No:=31;
Nbhind:=30;
LnAHead1:=32;
LnAHead2:=36;
LnAHead3:=38;
Panjang:=201;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
```

---

```
With Za[32] do
begin
  No:=32;
  Nbhind:=31;
  LnAHead1:=33;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=205;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[33] do
begin
  No:=33;
  Nbhind:=32;
  LnAHead1:=34;
  LnAHead2:=37;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=290;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[34] do
begin
  No:=34;
  Nbhind:=33;
  LnAHead1:=0;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=88;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[35] do
begin
  No:=35;
  Nbhind:=30;
  LnAHead1:=0;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=221;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[36] do
begin
```

---

```

No:=36;
Nbhind:=31;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=161;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[37] do
begin
No:=37;
Nbhind:=33;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=368;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[38] do
begin
No:=38;
Nbhind:=31;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=92;
GMR:=5.2365*0.001;
R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[39] do
begin
No:=39;
Nbhind:=18;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=79;
GMR:=-4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[40] do
begin
No:=40;
Nbhind:=21;

```

---

```
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=35;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[41] do
begin
No:=41;
Nbhind:=22;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=150;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[42] do
begin
No:=42;
Nbhind:=24;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=140;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[43] do
begin
No:=43;
Nbhind:=23;
LnAHead1:=44;
LnAHead2:=48;
LnAHead3:=0;
Panjang:=208;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[44] do
begin
No:=44;
Nbhind:=43;
LnAHead1:=45;
LnAHead2:=0;
```

---

```
LnAHead3:=0;
Panjang:=154;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[45] do
begin
No:=45;
Nbhind:=44;
LnAHead1:=46;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=195;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[46] do
begin
No:=46;
Nbhind:=45;
LnAHead1:=47;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=120;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[47] do
begin
No:=47;
Nbhind:=46;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=119;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[48] do
begin
No:=48;
Nbhind:=43;
LnAHead1:=49;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=37;
```



```
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[49] do
begin
No:=49;
Nbhind:=48;
LnAHead1:=50;
LnAHead2:=51;
LnAHead3:=52;
Panjang:=296;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[50] do
begin
No:=50;
Nbhind:=49;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=85;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[51] do
begin
No:=51;
Nbhind:=49;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=37;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[52] do
begin
No:=52;
Nbhind:=49;
LnAHead1:=0;
LnAHead2:=0;
LnAHead3:=0;
Panjang:=259;
GMR:=4.6837*0.001;
R:=0.2688*0.001;
```

```

end;
With Za[53] do
begin
  No:=53;
  Nbhind:=2;
  LnAHead1:=0;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=98;
  GMR:=4.6837*0.001;
  R:=0.2688*0.001;
end;
With Za[54] do
begin
  No:=54;
  Nbhind:=6;
  LnAHead1:=55;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=75;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
With Za[55] do
begin
  No:=55;
  Nbhind:=54;
  LnAHead1:=0;
  LnAHead2:=0;
  LnAHead3:=0;
  Panjang:=146;
  GMR:=5.2365*0.001;
  R:=0.2162*0.001;
end;
unit uUtils3Phasa;

interface

uses uUtils,uKomplekx,uPhasa,uDataLF,uTypeData3Phasa;

Procedure ImpedansiMatrik(N:integer;D:dArr2;
  var Za:SArr);
Procedure JarakKawat(var D:dArr2);
Procedure ImpedansiSaluranKm(N:integer;
  var Za:SArr);

```

---

```

implementation

Procedure ImpedansiMatrik(N:integer;D:dArr2;
    var Za:SArr);
var i,j,k:integer;
    tmpRe,tmpIm:double;
    temp1:TComplex;
begin
    //modified form of Carson's Equation
    for k:=1 to N do
    begin
        for i:=1 to 4 do
        begin
            for j:=1 to 4 do
            begin
                if i=j then
                begin
                    tmpRe:=Za[k].R+0.0953;
                    tmpIm:=0.12134*(ln(1/Za[k].GMR)+7.934);
                    Za[k].Zs[i,j]:=Complex(tmpRe,tmpIm);
                end
            else
            begin
                tmpRe:=0.0953;
                tmpIm:=0.12134*(ln(1/D[i,j])+7.934);
                Za[k].Zs[i,j]:=Complex(tmpRe,tmpIm);
            end;
        end;
    end;
end;
//This matrix is reduced 3X3 by using Kron reduction
for k:=1 to N do
begin
    for i:=1 to 3 do
    begin
        for j:=1 to 3 do
        begin
            temp1:=CxKali(Za[k].Zs[i,4],Za[k].Zs[4,j]);
            temp1:=CxBagi(temp1,Za[k].Zs[4,4]);
            Za[k].Zs[i,j]:=CxKurang(Za[k].Zs[i,j],temp1);
        end;
    end;
end;
end;

Procedure JarakKawat(var D:dArr2);

```

```

var ab,bc,an,bn,nn:double;
begin
  ab:=0.9;
  bc:=0.75;
  an:=0.45;
  bn:=0.45;
  nn:=1;
  SctLength(D,5,5);
  D[2,1]:=ab;
  D[1,2]:=D[2,1];
  D[3,1]:=-ab+bc;
  D[1,3]:=D[3,1];
  D[4,1]:=sqrt(sqr(an)+sqr(nn));
  D[1,4]:=D[4,1];
  D[3,2]:=bc;
  D[2,3]:=D[3,2];
  D[4,2]:=sqrt(sqr(bn)+sqr(nn));
  D[2,4]:=D[4,2];
  D[4,3]:=sqrt(sqr(bn+bc)+sqr(nn));
  D[3,4]:=D[4,3];
end;

```

```

Procedure ImpedansiSaluranKm(N:integer;
  var Za:SArr);
var i,j,k:integer;
  mile,ft:double;
  temp:TComplex;
  D:dArr2;
begin
  mile:=1609;
  ft:=0.3048;
  JarakKawat(D);
  for i:=1 to N do
  begin
    Za[i].GMR:=Za[i].GMR/ft;
    Za[i].R:=Za[i].R*mile;
  end;
  for i:=1 to 4 do
  begin
    for j:=1 to 4 do
    begin
      D[i,j]:=D[i,j]/ft;
    end;
  end;
  ImpedansiMatrik(N,D,Za);
  for k:=1 to N do

```

```

begin
  tmp:=Complex(Za[k],Panjang/mile,0);
  for i:=1 to 3 do
  begin
    for j:=1 to 3 do
    begin
      Za[k].Zs[i,j]:=CxKali(Za[k].Zs[i,j],tmp);
    end;
  end;
end;
end;

end.
unit uRaDisFlow;

interface

uses Math,uUtils,SysUtils,uDataLF,uKomplex,uMatrik,uPhasa,uUtils3Phasa,
  uTypeData3Phasa;

Procedure RaDisFlow3Phasa(N,TypeLoad:integer;Bus:BArr;Za:SArr;
  var Sa,RL:PArr;
  var iterasi:byte);

implementation

Procedure BuatMatrikA(N:integer;Za:SArr;
  var B:dArr2);
var i,ix,jx:integer;
  Z:CArr2a;
begin
  SetLength(Z,N+1,N+1);
  SetLength(B,N+1,N+1);
  for i:=1 to N do
  begin
    ix:=Za[i].Nbhind;
    jx:=Za[i].No;
    Z[ix,jx]:=Complex(1,1);
  end;
  MatrikA(N,Z,B);
end;

Procedure SimpanArusAwal(N:integer,Ir:PArr;
  var Ir0:PArr);
var i:integer;
begin

```

```

for i:=1 to N do
begin
  Ir0[i]:=Ir[i];
end;
end;

```

```

Procedure ArusBus(N,TypeLoad:integer;Bus:BArr;Vr:PArr;
  var Ir:PArr);

```

```

var i:integer;
  Load:TPhasa;
  absV:double;
begin
  for i:=1 to N do
  begin
    if TypeLoad=0 then
    begin
      Load.R.re:=Bus[i].Load.R.re;
      Load.R.im:=-Bus[i].Load.R.im;
      Load.S.re:=Bus[i].Load.S.re;
      Load.S.im:=Bus[i].Load.S.im;
      Load.T.re:=Bus[i].Load.T.re;
      Load.T.im:=Bus[i].Load.T.im;
    end
    else if TypeLoad=1 then
    begin
      absV:=sqrt(sqrt(Vr[i].R.re)+sqrt(Vr[i].R.im));
      Load.R.re:=Bus[i].Load.R.re*absV;
      Load.R.im:=Bus[i].Load.R.im*absV;
      absV:=sqrt(sqrt(Vr[i].S.re)+sqrt(Vr[i].S.im));
      Load.S.re:=Bus[i].Load.S.re*absV;
      Load.S.im:=Bus[i].Load.S.im*absV;
      absV:=sqrt(sqrt(Vr[i].T.re)+sqrt(Vr[i].T.im));
      Load.T.re:=Bus[i].Load.T.re*absV;
      Load.T.im:=Bus[i].Load.T.im*absV;
    end
    else if TypeLoad=2 then
    begin
      absV:=sqrt(sqrt(Vr[i].R.re)+sqrt(Vr[i].R.im));
      Load.R.re:=Bus[i].Load.R.re*sqrt(absV);
      Load.R.im:=Bus[i].Load.R.im*sqrt(absV);
      absV:=sqrt(sqrt(Vr[i].S.re)+sqrt(Vr[i].S.im));
      Load.S.re:=Bus[i].Load.S.re*sqrt(absV);
      Load.S.im:=Bus[i].Load.S.im*sqrt(absV);
      absV:=sqrt(sqrt(Vr[i].T.re)+sqrt(Vr[i].T.im));
      Load.T.re:=Bus[i].Load.T.re*sqrt(absV);
      Load.T.im:=Bus[i].Load.T.im*sqrt(absV);
    end
  end
end;

```

```

end
else
begin
  absV:=sqrt(sqr(Vr[i].R.re)+sqr(Vr[i].R.im));
  Load.R.rc:=Bus[i].Load.R.rc*Power(absV,1.38);
  Load.R.im:=Bus[i].Load.R.im*Power(absV,3.22);
  absV:=sqrt(sqr(Vr[i].S.re)+sqr(Vr[i].S.im));
  Load.S.re:=Bus[i].Load.S.re*Power(absV,1.38);
  Load.S.im:=Bus[i].Load.S.im*Power(absV,3.22);
  absV:=sqrt(sqr(Vr[i].T.re)+sqr(Vr[i].T.im));
  Load.T.rc:=Bus[i].Load.T.rc*Power(absV,1.38);
  Load.T.im:=Bus[i].Load.T.im*Power(absV,3.22);
end;
Ir[i]:=PhBagi(Load,Vr[i]);
Ir[i]:=PhConj(Ir[i]);
end;
end;

```

```

Procedure RaDisFlowArusCabang(N:integer;Ir:PArr;B:dArr2;
  var Br:PArr);
var i,j:integer;
  temp:TPhasa;
begin
  SetLength(Br,N+1);
  for i:=1 to N do
  begin
    temp.R:=Complex(0,0);
    temp.S:=Complex(0,0);
    temp.T:=Complex(0,0);
    for j:=1 to N do
    begin
      if B[i,j]<>0 then
      begin
        temp:=PhTambah(temp,Ir[j]);
      end;
    end;
    Br[i]:=temp;
  end;
end;
end;

```

```

Procedure DropTegangan(Node:integer;Za:SArr;Br:PArr;
  var dV:TPhasa);
var i,j:integer;
  B,C:CArr1a;
  A:CArr2a;
begin

```

```

SetLength(A,4,4);
SetLength(B,4);
SetLength(C,4);
dV.R:=complex(0,0);
dV.S:=complex(0,0);
dV.T:=complex(0,0);
for i:=1 to 3 do
begin
  for j:=1 to 3 do
  begin
    A[i,j]:=Za[Node].Zs[i,j];
  end;
end;
B[1]:=Br[Node].R;
B[2]:=Br[Node].S;
B[3]:=Br[Node].T;
CxKaliMatrikN1(3,A,B,C);
dV.R:=C[1];
dV.S:=C[2];
dV.T:=C[3];
end;

```

```

Procedure DropTeganganBus(N:integer;A:dArr2;Za:SArr;Br:PArr;
  var dVBus:PArr);
var i,j:integer;
  temp,dV:TPhasa;
begin
  SetLength(dVBus,N+1);
  for i:=1 to N do
  begin
    temp.R:=Complex(0,0);
    temp.S:=Complex(0,0);
    temp.T:=Complex(0,0);
    for j:=1 to N do
    begin
      if A[i,j] <> 0 then
      begin
        DropTegangan(j,Za,Br,dV);
        temp:=PhTambah(temp,dV);
      end;
    end;
    dVBus[i]:=temp;
  end;
end;

```

```

Procedure RaDisFlowUpdateTegangan(N:integer;dVBus:PArr);

```



```

var i:integer;
begin
  for i:=1 to N do
    begin
      Vr[i]:=PhKurang(Vr[0],dVBus[i]);
    end;
  end;

```

```

Procedure CekKonvergen(N:integer;Ir0,Ir:PArr;eps:double;
  var Konvergen:boolean);

```

```

var i:integer;
    temp:TPhasa;
    tmp:TPhasadouble;
begin
  Konvergen:=True;
  for i:=1 to N do
    begin
      temp:=PhKurang(Ir[i],Ir0[i]);
      tmp:=PhAbs(temp);
      if tmp.R>eps then
        begin
          Konvergen:=false;
        end
      else if tmp.S>eps then
        begin
          Konvergen:=false;
        end
      else if tmp.T>eps then
        begin
          Konvergen:=false;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

Procedure AliranDaya(N:integer;Vr,Br:PArr;
  var Sa:PArr);

```

```

var i:integer;
begin
  SetLength(Sa,N+1);
  for i:=1 to N do
    begin
      Sa[i]:=PhKali(Vr[i],PhConj(Br[i]));
    end;
  end;
end;

```

```

Function DropTegangan2(Node:integer;Za:SArr;Ir:PArr):TPhasa;

```

---

```

var i,j:integer;
    B,C:CArr1a;
    A:CArr2a;
begin
    SetLength(A,4,4);
    SetLength(B,4);
    SetLength(C,4);
    for i:=1 to 3 do
    begin
        for j:=1 to 3 do
        begin
            A[i,j]:=Za[Node].Zs[i,j];
        end;
    end;
    B[1]:=Ir[Node].R;
    B[2]:=Ir[Node].S;
    B[3]:=Ir[Node].T;
    CxKaliMatrikN1(3,A,B,C);
    Result.R:=C[1];
    Result.S:=C[2];
    Result.T:=C[3];
end;

```

```

Procedure RugiSaluran(N:integer;Za:SArr;Br,dVBus:PArr;
    var RL:PArr);
var i:integer;
    temp:TPhasa;
begin
    SetLength(RL,N+1);
    for i:=1 to N do
    begin
        temp:=DropTegangan2(i,Za,Br);
        RL[i]:=PhKali(temp,Br[i]);
    end;
end;

```

```

Procedure RaDisFlow3Phasa(N,TypeLoad:integer;Bus:BArr;Za:SArr;
    var Sa,RL:PArr;
    var iterasi:byte);
var A,B:dArr2;
    Ir0,Br,dVbus:PArr;
    eps:double;
    Konvergen:boolean;
    Start,Selesai,Selang:TDateTime;
    Jam,menit,detik,mdetik:Word;
    Label Mulai;

```