

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



**ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS
NETWORK TOPOLOGY DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV
UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 kV
DARI GI SENGKALING**

SKRIPSI

Disusun Oleh :
AGUS MAFTUKHIN
01.12.118

SEPTEMBER 2006

RECEIVED 1944

OFFICE
STATE DEPARTMENT
WASHINGTON

EXHIBIT

STATE OF NEW YORK

IN SENATE
JANUARY 1944. REPORT OF THE
COMMISSIONER OF THE DEPARTMENT OF
CORRECTIONS.

RECEIVED 1944
STATE DEPARTMENT
WASHINGTON
EXHIBIT 1

LEMBAR PERSETUJUAN

“ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS NETWORK TOPOLOGY DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 kV DARI GI SENGKALING”

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

AGUS MAFTUKHIN
NIM. 01.12.118

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Soemarwanto
NIP. 130 873 485

Dosen Pembimbing II



Irrine Budi S., ST, MT
NIP. 132 314 400

Mengetahui,

~~Ketua Jurusan Teknik Elektro~~




Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y.1039500274

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

ABSTRACT

ANALYSIS OF THREE PHASE POWER FLOW BASE ON TOPOLOGY NETWORK WITH BIBC AND BCBV MATRIX FOR RADIAL DISTRIBUTION NETWORK 20 KV GI SENGKALING

Agus Maftukhin (01.12.118)
Soemarwanto
Irrine Budi S.

Key words : Radial Distribution Network, Power Flow, BIBC and BCBV Matrix.

Distribution system is part of electric power system that have function to give and distribute from distribution station to consumer or load. Distribution network there had a problem that how to made good distribution at this time and for the future. To increase quality, it's required load flow analysis which able to give information about the level of voltage, and power losses at normal operation.

The fault happen on power plant, network or changing of load, if will impact power flow and the system. The change on power flow can be controlled using bus injection to branch current (BIBC) matrix and branch current to bus voltage (BCBV) matrix. BIBC matrix is a matrix about the relationship between bus current and branch current injection. The difference of branch current caused by the difference of bus injection current can found directly with using BIBC matrik. BCBV matrik is a matrix about the relationship between branch current and bus voltage. The difference bus voltage caused by the difference of branch current can found directly with using BCBV.

The result of calculation Pujon feeder radial distribution network 20 kV GI Sengkaling, the voltage on each phase is decreasing. Using matlab 7.04, losses, active and reactive power can be known , also the power flow.

A B S T R A K S I

ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DARI GI SENGKALING

Agus Maftukhin (01.12.118)
Soemarwanto
Irrine Budi S.

Kata Kunci : Jaringan Distribusi Radial, Aliran Daya,
Matrik BIBC dan BCBV.

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk ke 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 analisis aliran daya yang dapat memberikan informasi mengenai besarnya tegangan, dan rugi-rugi daya pada saat pengoperasian normal.

Gangguan pada sisi pembangkit, jaringan ataupun perubahan beban mengakibatkan perubahan aliran daya, mempengaruhi keadaan sistem. Perubahan aliran daya dapat di kontrol dengan menggunakan matrik injeksi bus pada arus cabang (BIBC) dan matrik arus cabang pada tegangan bus (BCBV). Matrik BIBC adalah matrik mengenai hubungan antara injeksi arus bus dan arus cabang. Perbedaan arus cabang yang ditimbulkan oleh perbedaan pada arus injeksi bus bisa ditemukan langsung dengan menggunakan matrik BIBC. Matrik BCBV adalah matrik mengenai hubungan antara arus cabang dan tegangan bus. Perbedaan tegangan bus yang ditimbulkan oleh perbedaan pada arus cabang bisa ditemukan langsung dengan menggunakan matrik BCBV.

Dari hasil perhitungan penyulang Pujon untuk jaringan distribusi radial 20 kV GI Sengkaling, maka tegangan tiap fasa mengalami penurunan. Dari program matlab 7.04, total rugi-rugi daya aktif dan daya reaktif dapat diketahui beserta aliran dayanya.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, "*ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS NETWORK TOPOLOGY DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 kV DARI GI SENGKALING*".

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. **Prof. 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. Soemarwanto & Irrine Budi S., ST, MT**, selaku Dosen Pembimbing.
5. **Alamsyah**, selaku pembimbing lapangan di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Malang UP&J Batu.
6. **Ugro, ST**, sebagai *programmer*.

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

Malang, September 2006

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Pembahasan.....	4
BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK	
2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.1.1. Sistem Distribusi Primer	8
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder	8
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Primer.....	8
2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial.....	9
2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi <i>Loop</i> / Ring	10

2.3.3. Sistem Jaringan Distribusi <i>Mesh</i>	11
2.3. Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi.....	12
2.4. Segitiga Daya	13
2.5. Sistem Per-Unit	14
BAB III METODE PENYELESAIAN STUDI ALIRAN DAYA	
3.1. Analisis Aliran Daya.....	16
3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya	16
3.3. Klasifikasi Bus	17
3.3.1. <i>Slek Bus / Swing Bus</i>	17
3.3.2. P-V Bus / <i>Generator Bus</i>	17
3.3.3. P-Q Bus / <i>Load Bus</i>	17
3.4. Dasar Pemikiran Model Saluran.....	18
3.5. Pembentukan Persamaan Carson.....	19
3.6. Reduksi Kron.....	23
3.7. Konsep Dasar Aliran Daya	25
3.7.1. Daya Kompleks	25
3.7.2. Daya Dalam Sistem Tiga Fasa	26
3.8. Analisis Matrik BIBC dan BCBV Jaringan Radial	29
3.8.1. Pembentukan Matrik BIBC (<i>Bus Injection to Branch</i> <i>Current</i>)	29
3.8.2. Pembentukan Matrik BCBV (<i>Branch Current to Bus</i> <i>Voltage</i>).....	31
3.8.3. Pemecahan Masalah	32

BAB IV ANALISIS ALIRAN DAYA

4.1. Analisis Dengan Matrik BIBC Dan BCBV	33
4.1.1. Algoritma Penyelesaian Masalah.....	34
4.1.2. <i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah Secara Umum.....	35
4.1.3. <i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah Metode Matrik BIBC dan BCBV	36
4.2. Data Perhitungan	37
4.2.1. Data Saluran Penyulang Pujon.....	38
4.2.2. Data Pembebanan Penyulang Pujon.....	39
4.3. Perhitungan Aliran Daya.....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Hal :
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. 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. Saluran Primer Dengan Beban Tepusat	13
2-8. Segitiga Daya.....	14
3-1. Model Saluran 3 Fasa.....	18
3-2. Dasar Pemikiran Persamaan Carson	19
3-3. Rangkaian Ekuivalen Untuk Impedansi Bersama Antar 2 Saluran Paralel.....	22
3-4. Diagram Sistem Distribusi.....	29
4-1. <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah Secara Umum	35
4-2. <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah Pemilihan Metode Matrik BIBC dan BCBV	36
4-3. Struktur Dan Jarak Antar Konduktor	39

DAFTAR TABEL

Tabel:	Hal :
3-1. Nilai D_e Untuk Berbagai Daerah	22
4-1. Penomoran Node, Kode Trafo, dan Lokasi Sistem Distribusi	
Tipe Radial 20 kV GI Sengkaling Penyulang Pujon	37
4-2. Data Spesifikasi Saluran.....	38
4-3. Data Saluran Penyulang Pujon	38
4-4. Data Pembebanan Sistem 20 kV Penyulang Pujon.....	39
4-5. Hasil Impedansi Saluran Penyulang Pujon	47
4-6. Kondisi Tegangan Dan Sudut Fasa Tegangan Tiap Node	
Penyulang Pujon Metode Matrik BIBC Dan BCBV	48
4-7. Besar Arus Tiap Saluran Penyulang Pujon	
Metode Matrik BIBC Dan BCBV	48
4-8. Node Dengan Tegangan Paling Rendah Penyulang Pujon	51
4-9. Besar Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon	
Metode Matrik BIBC Dan BCBV	52
4-10. Rugi-Rugi Saluran Penyulang Pujon Metode Matrik BIBC	
Dan BCBV.....	53
4-11. Aliran Daya, Total Pembebanan Dan Rugi-Rugi Daya	
Penyulang Pujon	53

DAFTAR GRAFIK

Grafik :

Hal :

4-1.	Tegangan Tiap-tiap <i>Node</i> Terhadap Asumsi Tegangan Awal	
	Fasa R Penyulang Pujon.....	49
4-2.	Tegangan Tiap-tiap <i>Node</i> Terhadap Asumsi Tegangan Awal	
	Fasa S Penyulang Pujon	49
4-3.	Tegangan Tiap-tiap <i>Node</i> Terhadap Asumsi Tegangan Awal	
	Fasa T Penyulang Pujon.....	50
4-4.	Tegangan Tiap-tiap <i>Node</i> Terhadap Asumsi Tegangan Awal	
	Fasa R, S Dan T Penyulang Pujon	50
4-5.	Total Pembebanan.....	54
4-2.	Rugi - Rugi Daya.....	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk ke 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 analisis aliran daya yang dapat memberikan informasi mengenai besarnya tegangan, dan rugi-rugi daya pada saat pengoperasian normal.

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

Berbagai macam metode perhitungan aliran daya telah diciptakan dan dikembangkan serta diimplementasikan dalam bentuk program computer. Namun umumnya metode tersebut dikembangkan untuk melakukan analisis di lingkungan sistem transmisi tenaga listrik. Sehubungan dengan hal itulah, maka didalam skripsi ini akan dibahas suatu analisis aliran daya pada sistem jaringan distribusi tipe radial. Gangguan pada sisi pembangkit, jaringan ataupun perubahan beban mengakibatkan perubahan aliran daya. Perubahan aliran daya ini mempengaruhi keadaan sistem dan dapat mengakibatkan jatuh tegangan pada bus-bus. Perubahan

ini dapat di kontrol dengan menggunakan *Bus Injection to Branch Current* (BIBC) *matrix*/matrik injeksi bus pada arus cabang dan *Branch Current to Bus Voltage* (BCBV) *matrix*/matrik arus cabang pada tegangan bus.

1.2. Rumusan masalah

Permasalahan yang muncul pada penyaluran tenaga listrik menggunakan jaringan radial adalah terlalu panjangnya saluran yang digunakan menyebabkan rugi-rugi daya reaktif besar, jatuh tegangan yang besar dan ada kecenderungan tegangan pada node-node tertentu tidak memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu antara -10% sampai +5% atau berkisar antara 18 kV sampai 21 kV untuk tegangan menengah.

Dengan keadaan ini, maka permasalahan yang timbul pada saluran distribusi tipe radial yaitu :

1. Apakah tegangan yang ada memenuhi standar yang ditetapkan
2. Berapa besar rugi daya saluran dan aliran daya pada penyulang Pujon.

1.3. Batasan Masalah

Agar diperoleh pembahasan yang jelas serta terarah, maka pada skripsi ini batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Analisis menggunakan metode matrik BIBC dan BCBV pada jaringan distribusi primer 20 kV tipe radial dari GI Sengkaling.
2. Jaringan distribusi primer yang dibahas adalah penyulang Pujon yang merupakan *Out Going* Gardu Induk Sengkaling di PT. PLN (Persero) Cabang Malang dengan tujuh buah penyulang.

3. Faktor daya 0,86 pada kondisi beban nominal.
4. Busbar dari GI Sengkaling dipandang sebagai *Slack Bus* dan simpul-simpul yang ada sepanjang saluran dipandang sebagai *Load Bus*.
5. Rugi-rugi pada peralatan proteksi dan belitan trafo diabaikan.
6. Beban diasumsikan sebagai daya konstan dan pola kurva masing-masing gardu distribusi disesuaikan.
7. Analisis dilakukan hanya sebatas pengkajian beban suatu penyulang yang telah ada guna diperoleh rugi-rugi daya.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk menganalisis besar tegangan, aliran daya dan rugi daya saluran tiap-tiap cabang sepanjang saluran dengan menggunakan metode Matrik BIBC dan BCBV pada sistem distribusi tipe radial dari GI Sengkaling, sehingga perencanaan dapat diperhitungkan pada tahap perencanaan maupun keadaan operasi normal.

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 :

1. Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka dari GI Sengkaling.
2. Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini adalah single line diagram penyulang dari GI Sengkaling.
3. Simulasi dan pembahasan masalah
 Analisis tegangan, arus dan rugi daya saluran menggunakan metode matrik BIBC dan BCBV pada jaringan distribusi 20 kV tipe radial yang disimulasikan dengan program komputer dengan bahasa pemrograman Matlab 7.04.

1.6. Sistematika Pembahasan

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

- BAB I** : Merupakan pendahuluan yang meliputi latar belakang yang melandasi skripsi yang dibahas, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.
- BAB II** : Disini akan diuraikan mengenai sistem jaringan distribusi tegangan menengah, klasifikasi sistem distribusi tenaga listrik dan struktur jaringan distribusi tenaga listrik.
- BAB III** : Pada bab ini akan dibahas metode penyelesaian studi aliran daya, analisa aliran daya dan rugi-rugi daya dengan metode Matrik BIBC dan BCBV.
- BAB IV** : Pada bab ini dibahas perhitungan aliran daya jaringan 20 kV sistem distribusi radial dengan menggunakan metode Matrik BIBC dan

BCBV. yang meliputi analisis jaringan dengan menentukan tegangan tiap bus, arus dan rugi daya tiap saluran.

BAB V : Merupakan bab terakhir yang berisi intisari dari hasil pembahasan.

Berisi kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.



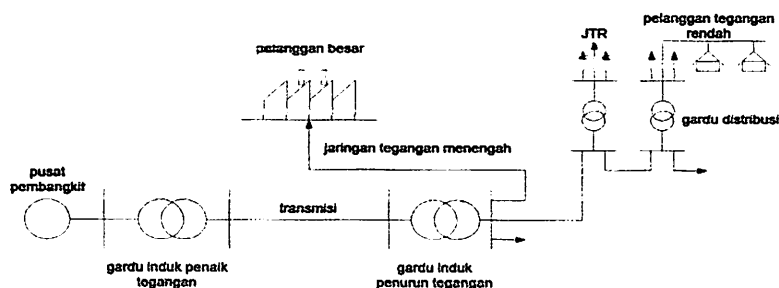
BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

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. (Djiteng Marsudji, 1990 : 1)

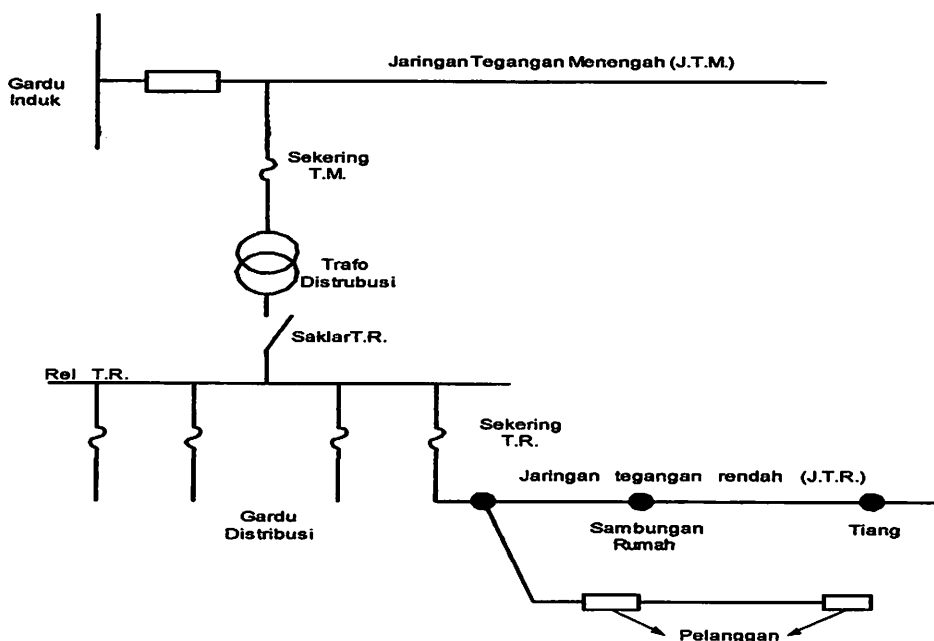
Sebagai gambaran, diagram satu garis sistem tenaga listrik dapat diperjelas seperti gambar 2-1 berikut ini :



Gambar 2-1. Diagram Satu Garis Penyaluran Energi Listrik ke Pelanggan.
Sumber : Ir Hasan Basri, 1996 : 1

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 berikut ini :



Gambar 2-2. Jaringan distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah Ke Pelanggan
Sumber : Djiteng Marsudji, 1990 : 3

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 yaitu : (Ir Hasan Basri, 1996 : 3)

2.1.1. Sistem Distribusi Primer

Suatu bagian dari suatu sistem 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).

2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder

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

2.2. Struktur Jaringan Distribusi Primer

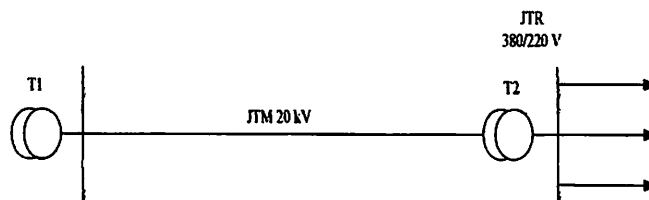
Pendistribusian tenaga listrik ke-konsumen dilakukan dengan menggunakan sistem jaringan distribusi atau penyulang distribusi. Bentuk sistem jaringan distribusi primer yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

1. Sistem Jaringan Distribusi Radial
2. Sistem Jaringan Distribusi *Loop / Ring*
3. Sistem Jaringan Distribusi *Mesh*

2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial

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 berikut ini :



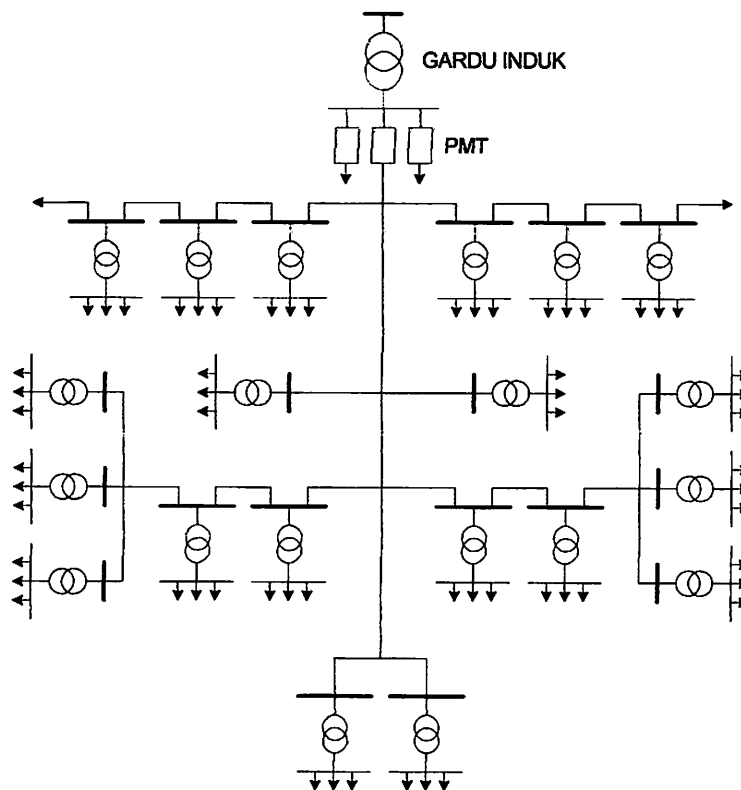
Gambar 2-3. Bentuk Sederhana Dari Sistem Distribusi Radial
Sumber : Ir Hasan Basri, 1996 : 64

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 berikut ini :

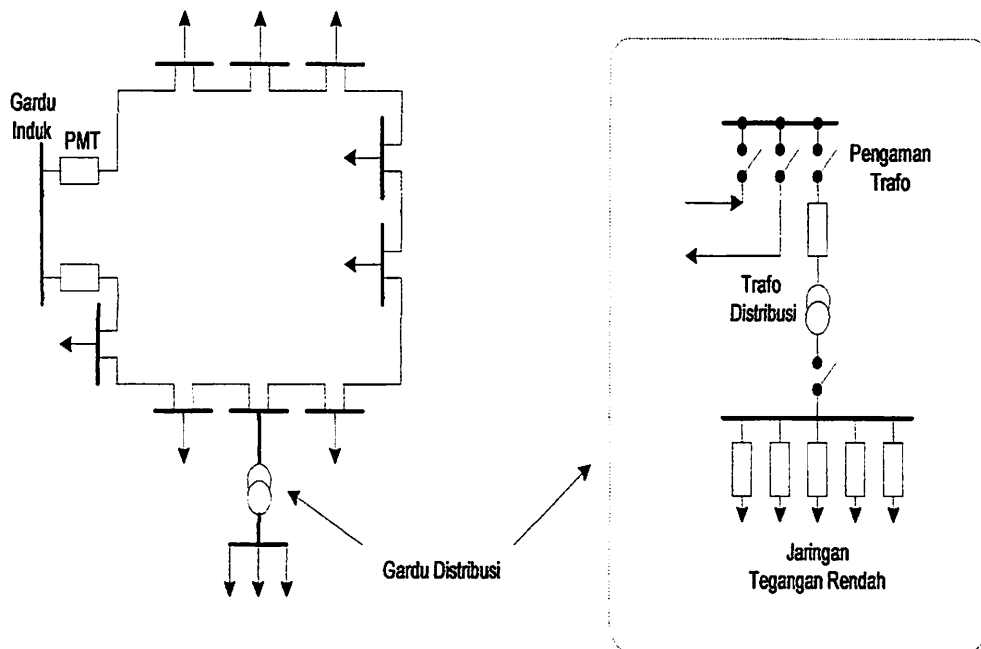


Gambar 2-4. Bagan jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial
Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996 : 65

2.2.2. Sistem Jaringan Distribusi *Loop / Ring*

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 berikut ini :



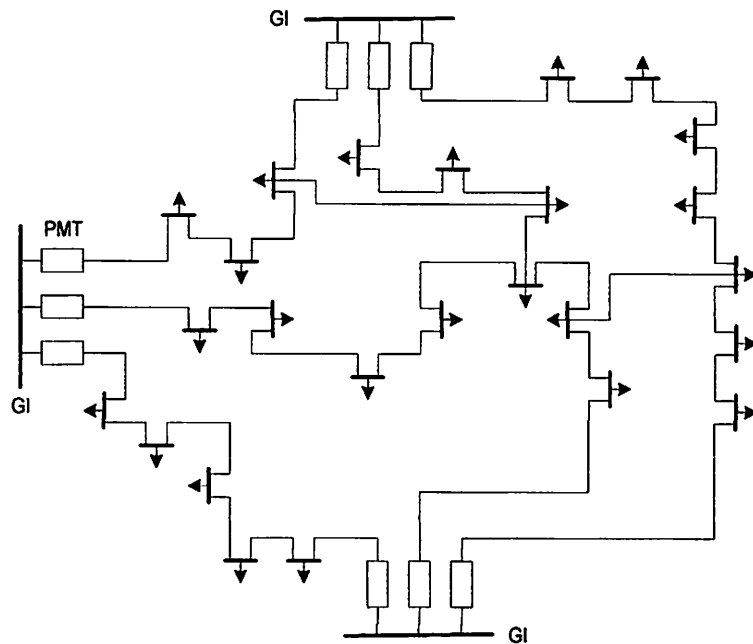
Gambar 2-5. Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop Yang Dipasok Dari Satu Sumber.

Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996 : 68

2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi *Mesh*

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 berikut ini :



Gambar 2-6. Jaringan Tegangan Menengah Struktur Mesh
Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996 : 70

2.3. Rugi - Rugi Daya Saluran Distribusi

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 : (Ir. Hasan Basri, 1996 : 27)

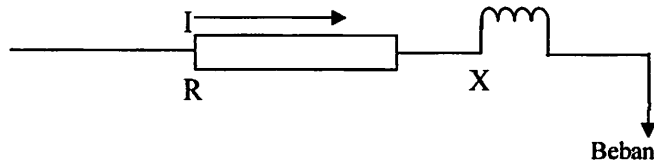
- Rugi pada penyulang utama dan peralatan saluran.
- Rugi pada trafo distribusi.

Rugi-rugi saluran per fase dari saluran 3 fase dengan beban terpusat seperti pada gambar 2-7 adalah $I^2(R-jX)$ atau dapat dibedakan menjadi :

- rugi daya aktif $(I^2R) = (I_R^2 + I_X^2)R$
- rugi daya Reaktif $(I^2X) = (I_R^2 + I_X^2)X$

dimana : I_R adalah komponen arus aktif

I_X adalah komponen arus reaktif



Gambar 2-7 Saluran Primer Dengan Beban Tepusat
Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996 : 28

Sehingga kita bisa mendapatkan persamaan untuk rugi-rugi daya aktif dan rugi-rugi daya reaktif sebagai berikut :

$$P_{rugi} = [I^2][R] \quad (2.1)$$

$$Q_{rugi} = [I^2][X] \quad (2.2)$$

2.4. Segitiga Daya

Faktor daya adalah suatu besaran yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara daya aktif dan daya semu, sehingga dapat dirumuskan pada persamaan berikut : (Ir. Hasan Basri, 1996 : 11)

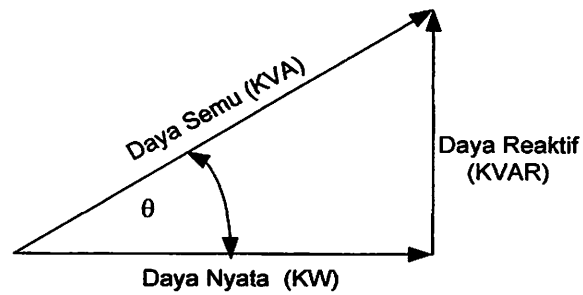
$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{kW}{kVA} \quad (2.3)$$

Dengan : P : Daya aktif

Q : Daya reaktif

S : Daya Semu

Sebagai gambaran, segitiga daya dapat diperjelas seperti gambar 2-8 berikut ini :



Gambar 2-8. Segitiga Daya
Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996 : 11

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

Untuk memudahkan perhitungan-perhitungan dalam sistem tenaga listrik digunakan sistem pu (per unit) yang didefinisikan sebagai perbandingan harga

yang sebenarnya dengan harga dasar (*base value*), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut : (Wiliam D. Stevensen 1996 : 4)

$$\text{Besaran per - unit} = \frac{\text{Besaran Sebenarnya}}{\text{Besaran dasar dengan dimensi yang sama}} \quad (2.4)$$

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

➤ Untuk data 1 fasa

Arus dasar :

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 fasa}}{\text{kV dasar L - N}} \quad (2.5)$$

Impedansi dasar :

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \\ &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \end{aligned} \quad (2.6)$$

➤ Untuk data 3 fasa

Arus dasar :

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 3 fasa}}{\sqrt{3} \text{ kV dasar L - L}} \quad (2.7)$$

Impedansi dasar :

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L - L})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 3 fasa}} \\ &= \frac{(\text{kV dasar L - L})^2}{\text{MVA dasar 3 fasa}} \end{aligned} \quad (2.8)$$



BAB III

METODE PENYELESAIAN STUDI ALIRAN DAYA

3.1. Analisis Aliran Daya

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

1. Aliran daya aktif dan reaktif pada cabang-cabang rangkaian.
2. Besar tegangan tiap node.
3. Besar rugi-rugi daya 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 δ , daya nyata P dan daya reaktif Q.

Daya nyata (P) mempunyai ketergantungan yang kuat dengan sudut fasa tegangan (δ) Sedangkan daya reaktif (Q) mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besar tegangan $|V|$. Bila P dan Q berubah, maka δ 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 (δ), 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 dibagi menjadi *slack bus / swing bus*, PV bus / generator dan PQ bus atau *load bus*. (Wiliam D. Stevensen 1996 : 10)

3.3.1. *Slack Bus / Swing Bus*

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

3.3.2. *P-V Bus / Generator Bus*

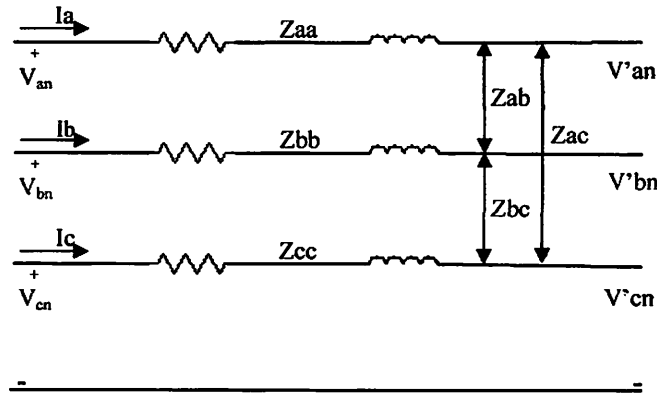
Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkitan dimana $|V|$ diatur menggunakan regulator tegangan dan P diatur dengan governor. Sehingga untuk bus ini P dan $|V|$ diketahui. Sementara Q (daya reaktif) dan δ (sudut fasa) dicari.

3.3.3. *P-Q Bus / Load Bus*

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

3.4. Dasar Pemikiran Model Saluran

Suatu diagram rangkaian ekivalen 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
Sumber : William H.Karsting, 2002 : 32

Keterangan : V_{an} : Tegangan saluran a.

V_{bn} : Tegangan saluran b.

V_{cn} : Tegangan saluran c.

Matrik 4x4 yang digunakan terdapat impedansi dengan kopling bersama dan kopling sendiri. Sehingga persamaan impedansinya.

$$[Z_{abcn}] = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} & Z_{an} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} & Z_{bn} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} & Z_{cn} \\ Z_{na} & Z_{nb} & Z_{nc} & Z_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Dengan : $Z_{aa}, Z_{bb}, Z_{cc}, Z_{nn}$: Impedansi Sendiri (*Self Impedance*).

Z_{ab}, Z_{ba} : Impedansi Bersama (*Mutual Impedance*)

Z_{ac}, Z_{ca} : Impedansi Bersama (*Mutual Impedance*)

Z_{bc}, Z_{cb} : Impedansi Bersama (*Mutual Impedance*)

Z_{an}, Z_{na} : Impedansi Bersama (*Mutual Impedance*)

Z_{bn}, Z_{nb} : Impedansi Bersama (*Mutual Impedance*)

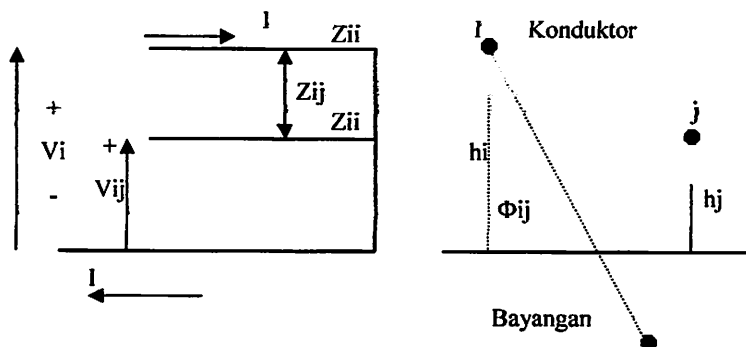
Z_{cn}, Z_{nc} : Impedansi Bersama (*Mutual Impedance*)

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

3.5. Pembentukan Persamaan Carson

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).

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



Gambar 3-2. Dasar Pemikiran Persamaan Carson

Sumber : Anonim. Carson's Equation 1973 : 3

Dalam pengoperasiannya rangkaian ini maka akan timbul tegangan jatuh atau *voltage drop* pada konduktor. Selain itu dalam analisisnya, Carson membuat tiga pengandaian yaitu : (T.S. Hutaaruk, 1984 : 80)

1. Tanah adalah homogen, dan resistivitas tanah konstan. Harga resistivitas ini berbeda-beda dengan keadaan tanah mulai dari 1 sampai 10.000 ohm-meter, yaitu dari basah sampai kering (gurun pasir). Hingga rata-rata diambil 100 ohm-meter.
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.

Di dalam analisisnya, Carson memilih satu rangkaian yang terdiri dari dua kawat, dan masing-masing kawat memakai tanah sebagai jalan balik arus, seperti pada gambar 3-2 diatas. Modifikasi persamaan ini bentuk persamaan Carson adalah sebagai berikut : (T.S. Hutaaruk. 1984 : 80).

$$Z_{i,j} = R_{i,j} + \Delta R_{i,j} + j \left(\omega \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{D_{i,j}}{d_{i,j}} \right) + \Delta X_{i,j} \right) \frac{ohm}{m} \quad (3.2)$$

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

$$\begin{aligned} \Delta R_{i,j} &= 2 \cdot 10^{-3} \cdot \omega \cdot \left(\frac{1}{8} - \frac{\sqrt{2}}{6\pi} \cdot a \cdot \cos \phi_{i,j} \right) \\ \Delta X_{i,j} &= \frac{2 \cdot 10^{-3}}{\pi} \cdot \omega \cdot \left[0,5 \left(\ln \frac{1,851382}{a} \right) + \frac{\sqrt{2}}{6\pi} \cdot a \cdot \cos \phi_{i,j} \right] \\ a &= \sqrt{5} \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \left(D_{i,j} \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho}} \right) \end{aligned} \quad (3.3)$$

Keterangan : f : Frekuensi (Hz)

ρ : Resistansi tanah (ohm-m)

a : Faktor pengali

Sehingga :

$$Z_{i,j} = R_{i,j} + 2.10^{-3} \cdot \frac{\omega}{8} + j \left(2.10^{-3} \cdot \frac{\omega}{2\pi} \right) \left[\ln \left[\left(\frac{1}{2\pi} \right) \left(\frac{1,85138}{1000 \cdot \sqrt{5} \cdot 2.10^{-3} \sqrt{\frac{f}{\rho}}} \right) \right] \right] \frac{ohm}{m}$$

$R_{i,j}$ 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, $d_{i,k}$ diubah dalam bentuk ohm per mile, maka :

$$Z_{i,j} = R_{i,j} + 0,0953 + j0,12134 \left(\ln \left(\frac{1}{GMR_i} \right) + 7,934 \right) \quad (3.4)$$

$$Z_{i,j} = 0,0953 + j0,12134 \left(\ln \left(\frac{1}{d_{i,j}} \right) + 7,934 \right) \quad (3.5)$$

Dimana :

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

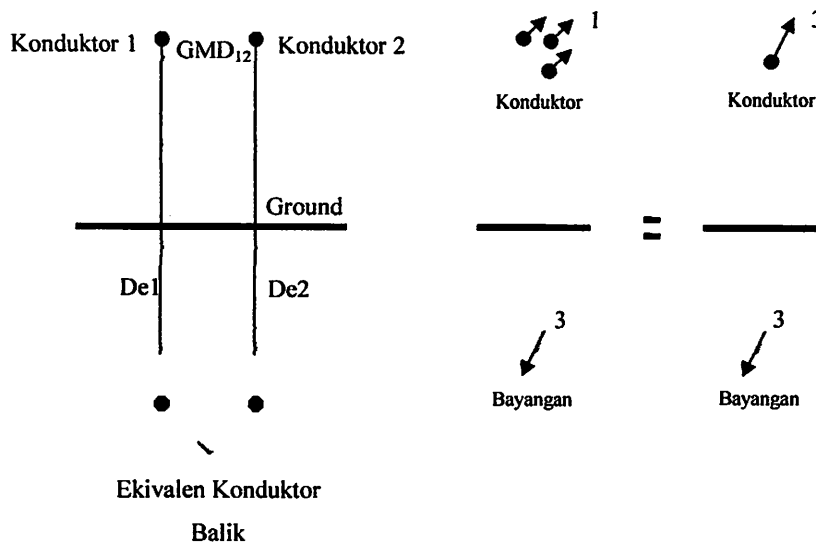
Persamaan (3.4) dan (3.5) diatas terkadang dalam bentuk umum dapat ditulis :

$$Z_{ii} = R_i + 1,588 \cdot f \cdot 10^{-3} + j4,657 \cdot f \cdot 10^{-3} \cdot \log \frac{D_e}{GMR} \frac{ohm}{mile} \quad (3.6)$$

Untuk impedansi sendiri sedangkan untuk impedansi bersama ditunjukkan dengan,

$$Z_{ii} = 1,588.f.10^{-3} + j4,657.f.10^{-3} \cdot \log \frac{D_e}{GMD_{12}} \frac{ohm}{mile} \quad (3.7)$$

Dengan D_e (equivalent depth of return) = akar ρ/f , yang nilainya untuk berbagai daerah ditunjukkan dalam tabel 3-1. Dan rangkaian ekivalen untuk impedansi bersama antar 2 saluran parallel ditunjukkan pada gambar 3-3 berikut ini :



Gambar 3-3. Rangkaian Ekivalen Untuk Impedansi Bersama Antar 2 Saluran Paralel

Sumber : J. Lewis. Balcbur, 1976 : 296

Tabel 3-1. Nilai D_e Untuk Berbagai Daerah

Bentuk Daerah	ρ / f	D_e (ft)	Dalam 60 Hz (m)	D_e dalam 50 Hz (m)
Tanah beruap	100	2800	853,44	933,38
Tanah Kering	1000	8840	2694,432	2951,609
Perairan	1	280	85,344	93,338

Sumber : J. Lewis. Balcbur, 1976 : 296

3.6. Reduksi Kron

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 :

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

Dengan : I dan V : Matrik kolom.

Z_{prim} : *Primitive Impedance Matrik*

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.

$$[Z_{prim}] = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} & Z_{an} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} & Z_{bn} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} & Z_{cn} \\ Z_{na} & Z_{nb} & Z_{nc} & Z_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Matrik bujur sangkar 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 :

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

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 bujur sangkar yang ordenya 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 :

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{1i} \dots & Z_{1j} \dots & Z_{1n} \\ Z_{ii} \dots & Z_{ij} \dots & Z_{in} \\ Z_{ni} \dots & Z_{nj} \dots & Z_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Kemudian persamaan simpul (3.10) yang mempunyai matrik impedansi

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

Direduksi dalam persamaan (3.12) menjadi :

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{1i} & Z_{1j} \\ Z_{ii} & Z_{ij} \end{bmatrix} - \frac{1}{Z_{nn}} \begin{bmatrix} Z_{1n} \\ Z_{in} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{ni} \dots & Z_{nj} \dots \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

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 :

$$Z_{i,j(\text{baru})} = Z_{i,j(\text{asli})} - \frac{Z_{in} \cdot Z_{nj}}{Z_{nn}} \quad \text{dan}$$

$$Z_{i,j(\text{baru})} = Z_{i,j(\text{asli})} - \frac{Z_{in} \cdot Z_{ni}}{Z_{nn}} \quad (3.14)$$

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 :

$$[Z_{abc}] = [Z_{abc}] - [Z_{an}] [Z_{nn}]^{-1} [Z_{na}] \quad (3.15)$$

Impedansi saluran ditunjukkan oleh matrik impedansi 3x3 sebagai berikut :

$$Z = \begin{bmatrix} (R_{aa} + jX_{aa}) & (R_{ab} + jX_{ab}) & (R_{ac} + jX_{ac}) \\ (R_{ba} + jX_{ba}) & (R_{bb} + jX_{bb}) & (R_{bc} + jX_{bc}) \\ (R_{ca} + jX_{ca}) & (R_{cb} + jX_{cb}) & (R_{cc} + jX_{cc}) \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

3.7. Konsep Dasar Aliran Daya

3.7.1. Daya kompleks

Apabila fasor tegangan dan arus diketahui, maka untuk perhitungan daya aktif dan daya reaktif akan lebih mudah dalam bentuk kompleks. Apabila tegangan diantara kutub-kutub beban dan arus yang mengalir dalam beban dinyatakan dengan $V = |V| \angle \alpha$ dan $I = |I| \angle \beta$, maka hasil kali tegangan dengan *kojugate* arus adalah :

$$VI^* = |V| \angle \alpha \cdot |I| \angle -\beta$$

$$VI^* = |V||I| \angle (\alpha - \beta) \quad (3.17)$$

Merupakan besaran daya kompleks dan ditandai dengan S. dalam bentuk non polar dinyatakan sebagai berikut :

$$S = |V||I| \cos(\alpha - \beta) + j|V||I| \sin(\alpha - \beta) \quad (3.18)$$

Karena $\alpha - \beta$ merupakan sudut fasa antara tegangan dan arus atau lebih mudah dikatakan θ , maka sesuai persamaan sebelumnya.

$$S = P + jQ \quad (3.19)$$

Daya reaktif (Q) positif apabila sudut $\alpha - \beta$ antara tegangan dan arus positif yaitu bila $\alpha > \beta$ yang berarti arus tertinggal (lagging) dari tegangan. Sebaliknya daya reaktif (Q) akan bernilai negatif apabila $\alpha < \beta$ yang menjukukan arus mendahului tegangan. Hal ini sesuai dengan pemilihan tanda positif untuk daya reaktif suatu rangkaian induktif dan tanda negatif untuk daya reaktif kapasitif. Untuk mendapatkan tanda yang sesuai bagi Q perhitungan $S = VI^*$ dan bukan $S = V^* I$ yang akan membalik tanda Q

3.7.2. Daya Dalam Sistem Tiga Fasa

Daya sesaat pada suatu sumber sinusioda fasa tunggal diberikan oleh persamaan : (William D Stevenson, 1993 : 28)

$$p = VI \cos \theta - VI \cos(2\omega t - \theta) \quad (3.20)$$

Persamaan (3.20) sekarang dapat diterapkan pada setiap fasa dalam suatu sistem tiga fasa setimbang. Satu-satunya perubahan yang diperlukan adalah adanya

penggeseran fasa 120° diantara fasa-fasanya. Sesuai dengan hal tersebut, maka untuk masing-masing fasa dapat ditulis :

$$\begin{aligned} p_a &= V I \cos \theta - V I \cos(2\omega t - \theta) \\ p_b &= V I \cos \theta - V I \cos(2\omega t - \theta - 120^\circ) \\ p_c &= V I \cos \theta - V I \cos(2\omega t - \theta - 240^\circ) \end{aligned} \quad (3.21)$$

Dimana : p_a : Daya sesaat fasa a.

p_b : Daya sesaat fasa b.

p_c : Daya sesaat fasa c.

Daya total yang di berikan oleh sebuah generator tiga fasa atau daya yang diserap beban tiga fasa adalah sama dengan penjumlahan daya pada tiga fasanya. Pada rangkaian setimbang maka daya total sama dengan 3 (tiga) kali daya satu fasanya.

Jika tegangan ke netral V dan arus fasa I untuk suatu beban yang terhubung Y (bintang) adalah :

$$V = |V_{an}| = |V_{bn}| = |V_{cn}| \quad (3.22)$$

$$I = |I_{an}| = |I_{bn}| = |I_{cn}| \quad (3.23)$$

Dimana : V dan I : Tegangan dan arus.

V_{an} : Tegangan fasa a.

V_{bn} : Tegangan fasa b

V_{cn} : Tegangan fasa c.

Maka daya total tiga fasanya adalah :

$$\begin{aligned} p &= p_a + p_b + p_c \\ p &= 3V I \cos \theta - V I \left[\begin{aligned} &\cos(2\omega t - \theta) \\ &+ \cos(2\omega t - \theta - 120^\circ) \\ &+ \cos(2\omega t - \theta - 240^\circ) \end{aligned} \right] \end{aligned} \quad (3.24)$$

Hasil jumlah besaran dalam kurung segi empat ternyata sama dengan nol, maka akibatnya daya sesaat dalam suatu sistem tiga fasa adalah konstan.

$$p = 3V I \cos \theta \quad (3.25)$$

Dimana θ adalah sudut antara arus dan tegangan fasa. Jika V_L dan I_L adalah tegangan antar fasa dan arus saluran, maka dengan mensubstitusikan persamaan berikut :

$$V = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \quad (3.26)$$

$$I = I_L \quad (3.27)$$

Dimana : V_L : Tegangan antar fasa.

I_L : Arus saluran.

Didapatkan :

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta \quad (3.28)$$

$$Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \theta \quad (3.29)$$

$$|S| = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3} V_L I_L \quad (3.30)$$

Jika beban dihubungkan secara Δ (segi tiga), maka teganga pada masing-masing impedansi adalah tegangan antara saluran dan arus tegangan melewati masing-masing impedansi besarnya sama dengan besarnya arus saluran dibagi $\sqrt{3}$ sehingga :

$$V = V_L \quad (3.31)$$

$$I = \frac{I_L}{\sqrt{3}} \quad (3.32)$$

$$P = 3VI \cos \theta \quad (3.33)$$

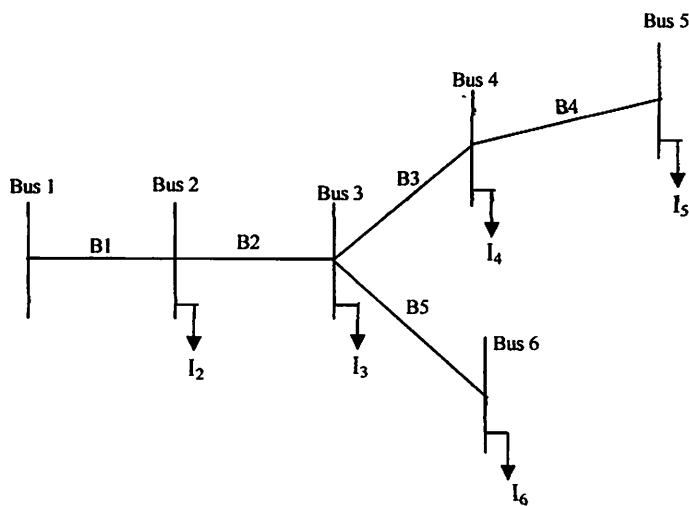
Dengan mensubstitusikan V dan I dari persamaan (3.31) dan (3.32) ke persamaan (3.33), maka diperoleh :

$$P = \sqrt{3} V I \cos \theta \quad (3.34)$$

Yang ternyata identik dengan persamaan (3.30) karena itu persamaan (3.31) dan (3.32) juga berlaku tanpa memandang apakah bebannya terhubung Δ (segi tiga) atau Y (bintang).

3.8. Analisis Matrik BIBC dan BCBV Jaringan Radial

3.8.1. Pembentukan Matrik BIBC (*Bus Injection to Branch Current*)



Gambar 3.4 Diagram Sistem Distribusi
Sumber : *Topology Network*. IEEE, 2003 : 3

Sistem distribusi yang di tunjukan pada gambar diatas akan digunakan sebagai contoh. Daya masukan dikonversikan menjadi arus injeksi dengan dengan menggunakan persamaan sebagi berikut : (*Topology Network*. IEEE, 2003 : 3)

$$I_i^k = \left(\frac{P_i^{spec} + jQ_i^{spec}}{V_i^{(k)}} \right)^* \quad (3.35)$$

Dan seperangkat persamaan bisa ditulis dengan menerapkan hukum *Kirchoff* arus (KCL) untuk jaringan distribusi. Kemudian arus cabang bisa didistribusikan sebagai fungsi injeksi arus ekivalen. Sebagai contoh arus cabang B_5, B_3, B_1 dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} B_5 &= I_6 \\ B_3 &= I_4 + I_5 \\ B_1 &= I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \end{aligned} \quad (3.36)$$

Injeksi Bus pada arus cabang (BIBC) dapat diperoleh dengan :

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix} \quad (3.37)$$

Persamaan di atas dapat ditunjukkan dalam bentuk umum sebagai berikut :

$$[B] = [BIBC] [I] \quad (3.38)$$

Dengan memperhatikan persamaan diatas, maka kita bisa membentuk algoritma untuk matrik BIBC sebagai berikut :

- Langkah 1 : Untuk sistem distribusi dengan cabang m dan bus n , maka dimensi matrik BIBC adalah $m \times (n - 1)$
- Langkah 2 : Jika suatu saluran (B_k) berada di antara bus- i dan bus- j , copy kolom dari bus- i matrik BIBC ke kolom dari bus- j dan masukan $a + 1$ pada baris ke- k dan kolom bus ke- j .
- Langkah 3 : Ulangi langkah 2 sampai semua saluran dimasukkan pada matrik BIBC.

3.8.2. Pembentukan Matrik BCBV (*Branch Current to Bus Voltage*)

Hubungan antara arus cabang dengan tegangan bus seperti ditunjukkan pada gambar. Sebagai contoh tegangan bus 2, 3 dan 4 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_2 &= V_1 - B_1 Z_{12} \\ V_3 &= V_2 - B_2 Z_{23} \\ V_4 &= V_3 - B_3 Z_{34} \end{aligned} \quad (3.39)$$

Dimana Z_{12} , Z_{23} dan Z_{34} adalah impedansi dari bagian saluran 1-2, 2-3, dan 3-4. Dengan mensubstitusikan persamaan diatas maka tegangan bus 3 dapat ditunjukkan sebagai berikut :

$$V_4 = V_1 - B_1 Z_{12} - B_2 Z_{23} - B_3 Z_{34} \quad (3.40)$$

Dengan menggunakan langkah yang sama maka untuk bus-bus lainnya dan matrik arus cabang pada tegangan bus (BCBV) dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & Z_{45} & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & Z_{36} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} \quad (3.41)$$

Persamaan di atas dapat ditunjukkan dalam bentuk umum sebagai berikut :

$$[\Delta V] = [BCBV][B] \quad (3.42)$$

Dengan memperhatikan persamaan diatas, maka kita bisa membentuk algoritma untuk matrik BCBV sebagai berikut :

- Langkah 4 : Untuk sistem distribusi dengan cabang m dan bus n , maka dimensi matrik BCBV adalah $(n - 1) \times m$

- Langkah 5 : Jika suatu saluran (B_k) berada di antara bus- i dan bus- j , copy baris dari bus- i matrik BCBV ke baris bus- j dan masukan impedansi (Z_{ij}) pada baris bus ke- j dan kolom ke- k
- Langkah 6 : Ulangi langkah 5 sampai semua saluran dimasukkan pada matrik BCBV.

3.8.3. Pemecahan Masalah

Matrik BIBC dan BCBV dikembangkan dengan berdasarkan struktur topologi dari sistem distribusi. Matrik BIBC adalah matrik mengenai hubungan antara injeksi arus bus dan arus cabang. Perbedaan arus cabang yang ditimbulkan oleh perbedaan pada arus injeksi bus bisa ditemukan langsung dengan menggunakan matrik BIBC. Matrik BCBV adalah matrik mengenai hubungan antara arus cabang dan tegangan bus. Perbedaan tegangan bus, yang ditimbulkan oleh perbedaan pada arus cabang, bisa ditemukan langsung dengan menggunakan matrik BCBV.

Dengan menggabungkan persamaan (3.38) dan (3.42), maka hubungan antara injeksi arus bus dan tegangan bus dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} [\Delta V] &= [BCBV][BIBC][I] \\ [\Delta V] &= [DLF][I] \end{aligned} \tag{3.43}$$

Dimana :

$$[DLF] = [BCBV][BIBC]$$

Sedangkan tegangan diperbaharui pada setiap perulangan dengan menggunakan persamaan (3.44)

$$V^{k+1} = V_1 - \Delta V^{k+1} \tag{3.44}$$



BAB IV
ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK*
***TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN**
DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DARI GI SENGKALING

4.1. Analisis Dengan Matrik BIBC Dan BCBV

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 alternatif metode yang disebut metode matrik BIBC dan BCBV dimana kelebihan dari metode ini antara lain :

- Dapat dipakai untuk jaringan radial.
- Perhitungan memerlukan waktu yang lebih cepat dengan menggunakan program komputer daripada dengan perhitungan secara manual.

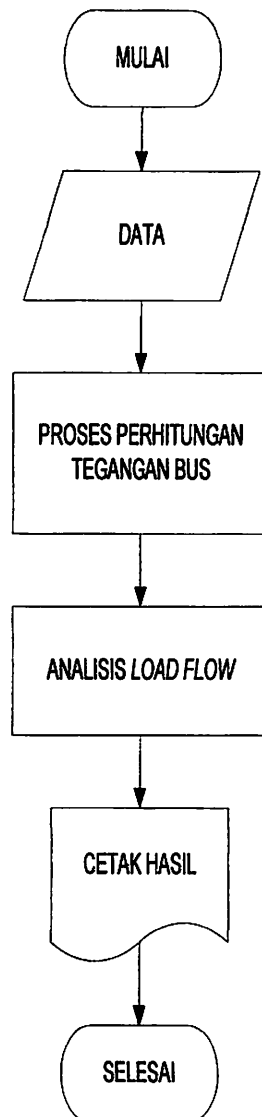
Pada prinsipnya penggunaan program komputer dapat menganalisa sebuah sistem distribusi radial dengan jumlah cabang atau jumlah bus yang tidak terbatas tergantung dari tersedianya jumlah memori yang tersedia pada komputer yang digunakan.

4.1.1 Algoritma Penyelesaian Masalah

Analisis penyelesaian perhitungan aliran daya dengan metode Matrik BIBC dan BCBV pada jaringan distribusi radial 20 kV di GI Sengkaling mengikuti algoritma sesuai gambar 4-2 sebagai berikut :

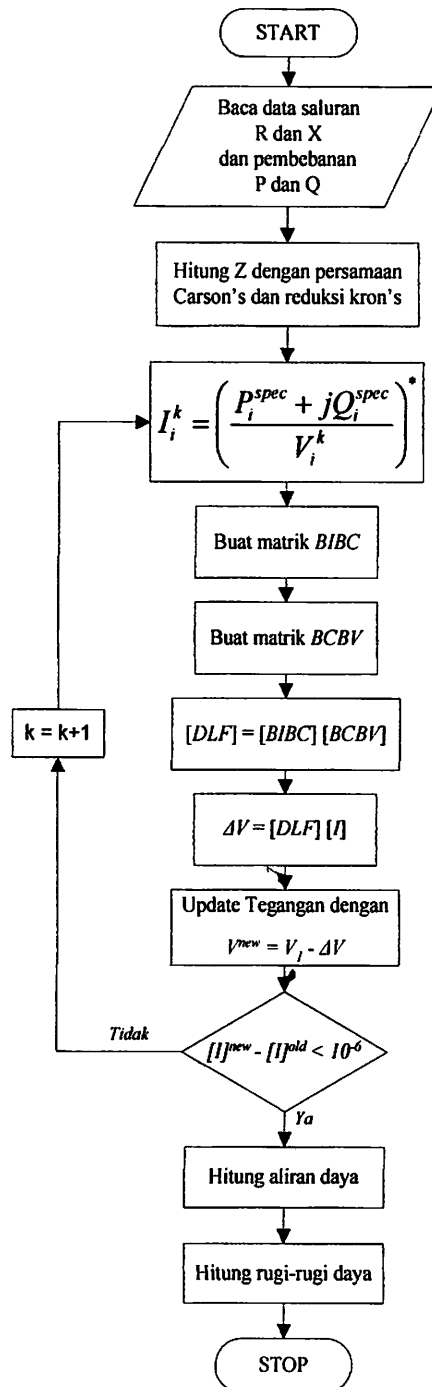
1. Input data berupa :
 - Data saluran R dan X dan
 - Data pembebanan P dan Q
2. Menghitung impedansi (Z) dengan persamaan (3.4), (3.5) dan (3.15).
3. Menghitung arus injeksi dengan persamaan (3.35).
4. Gunakan langkah (1), (2) dan (3) dan persamaan (3.38) untuk membentuk matrik BIBC.
5. Gunakan langkah (4), (5) dan (6) dan persamaan (3.42) untuk membentuk matrik BCBV.
6. Gunakan persamaan (3.43) untuk membentuk matrik DLF.
7. Meng-update tegangan dengan persamaan (3.44).
8. Jika besar $[I]^{new} - [I]^{old} < 10^{-6}$, maka ke langkah 9, jika tidak ke langkah 3 dengan iterasi $k = k+1$
9. Hitung aliran daya
10. Hitung rugi-rugi daya
11. Selesai.

4.1.2. *Flowchart* Penyelesaian Masalah Secara Umum



Gambar 4.1. *Flowchart* Penyelesaian Masalah Secara Umum

4.1.3. Flowchart Penyelesaian Masalah Metode Matrik BIBC dan BCBV



Gambar 4-2. Flowchart Penyelesaian Masalah Metode Matrik BIBC dan BCBV

Sumber : S. V. Kulkarni, 2003 : 3

4.2. Data Perhitungan

Data yang dipergunakan diperoleh dari Gardu Induk Sengkaling Malang yang melayani 7 (tujuh) buah penyulang dengan 2 (dua) buah trafo masing-masing 150/20 kV-30 MVA. Sistem distribusi radial GI Sengkaling 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 Sengkaling, 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 (V) = 20 kV
2. Daya Dasar (P) = 30 MVA

Tabel 4-1.
Penomoran Node, Kode Trafo, dan Lokasi Sistem Distribusi Tipe Radial
20 kV GI Sengkaling Penyulang Pujon

No Node	Kode Trafo	Lokasi
1	-	-
2	T55	Jl Raya Ngandat
3	T43	Jl Raya Mojorejo
4	-	-
5	T67	Dk Beji
6	T38	Jl Raya Beji
7	-	-
8	T72	Emanuel temas
9	T115	Jl.Wukir Temas
10	T97	Ds Temas Klerek

Tabel 4-1 Selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.
Sumber : PT. PLN (Persero) APJ Malang – UP & J Batu

4.2.1. Data Saluran

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

Tabel 4-2
Data Spesifikasi Saluran

Jenis Konduktor	Penampang Nominal (mm ²)	Impedansi Saluran (Ω /km)	GMR (mm)	Kapasitas Arus (Amp)
AAAC	35	$0.9217 + j 0.3790$	2,4227	180
AAAC	50	$0.6452 + j 0.3678$	2,8957	225
AAAC	70	$0.4608 + j 0.3572$	3,4262	270
AAAC	120	$0.2688 + j 0.3376$	4,6837	365
AAAC	150	$0.2162 + j 0.3305$	5,2365	425

Sumber : PT. PLN (Persero) APJ Malang – UP & J Batu

Adapun data saluran penyulang Pujon seperti pada tabel 4-3 sebagai berikut :

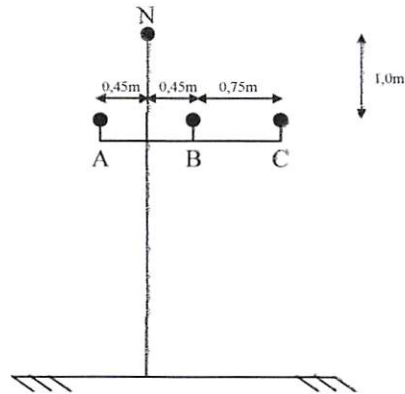
Tabel 4-3
Data Saluran Penyulang Pujon

No Saluran	Node		Panjang	Impedensi Saluran (Ω)	
	Dari	Ke	(m)	R	X
1	1	2	580.3	0.1255	0.1918
2	2	3	1432.6	0.3097	0.4735
3	3	4	863.9	0.1868	0.2855
4	4	5	85.4	0.0185	0.0282
5	4	6	683.3	0.1477	0.2258
6	6	7	82.8	0.0179	0.0274
7	7	8	154.4	0.0334	0.051
8	8	9	414.5	0.0896	0.137
9	9	10	896.5	0.1938	0.2963
10	10	11	463.5	0.1002	0.1532

Tabel 4-3 Selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Sumber : PT. PLN (Persero) APJ Malang – UP & J Batu

Suatu struktur dan jarak antar konduktor ditunjukkan pada gambar 4-3 berikut ini :



Gambar 4-3. Struktur Dan Jarak Antar Konduktor
Sumber : SPLN-64, 1985 : 65.

4.2.2. Data Pembebanan

Data pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing-masing trafo distribusi, dimana besarnya beban pada masing-masing fasa diasumsikan 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, dengan mengasumsi faktor daya 0,86.

Tabel 4-4
Data Pembebanan Sistem 20kV Penyulang Pujon

No Node	Tegangan Awal		Pembebanan						Type Bus
			R		S		T		
	V (pu)	θ (°)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	
1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Slack
2	1.000	0.000	13.430	7.970	13.810	8.200	6.850	4.070	Load
3	1.000	0.000	40.870	24.250	28.760	17.060	20.850	12.370	Load
4	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
5	1.000	0.000	12.300	7.300	10.780	6.400	6.280	3.720	Load

Tabel 4-4 Selengkapanya dapat dilihat pada lampiran
Sumber : PT. PLN (Persero) APJ Malang – UP & J Batu.

4.3. Perhitungan Aliran Daya

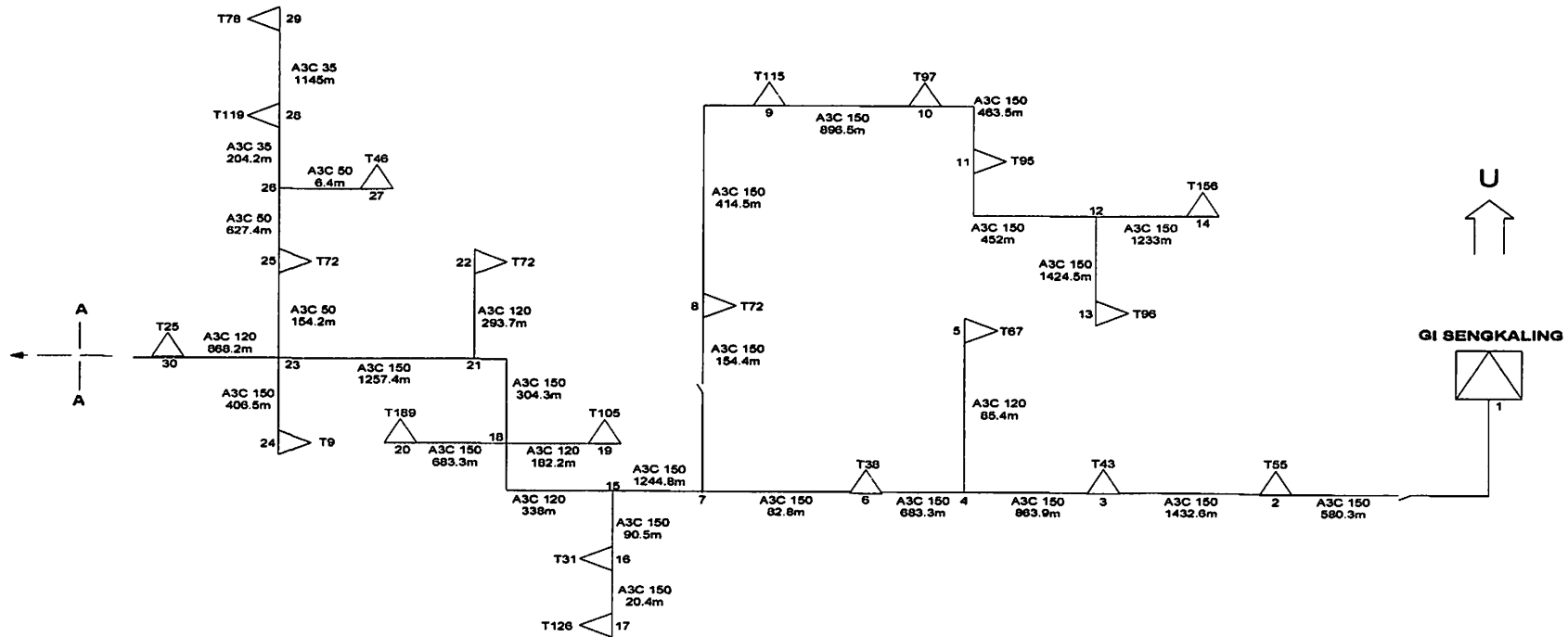
Perhitungan aliran daya diawali dengan melakukan studi aliran daya dengan metode matrik BIBC dan BCBV. Studi aliran daya dilakukan untuk mengetahui harga tegangan dan sudut fasa di tiap-tiap bus dan arus yang mengalir pada saluran antar bus. Setelah studi aliran daya dilakukan, barulah dilakukan perhitungan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

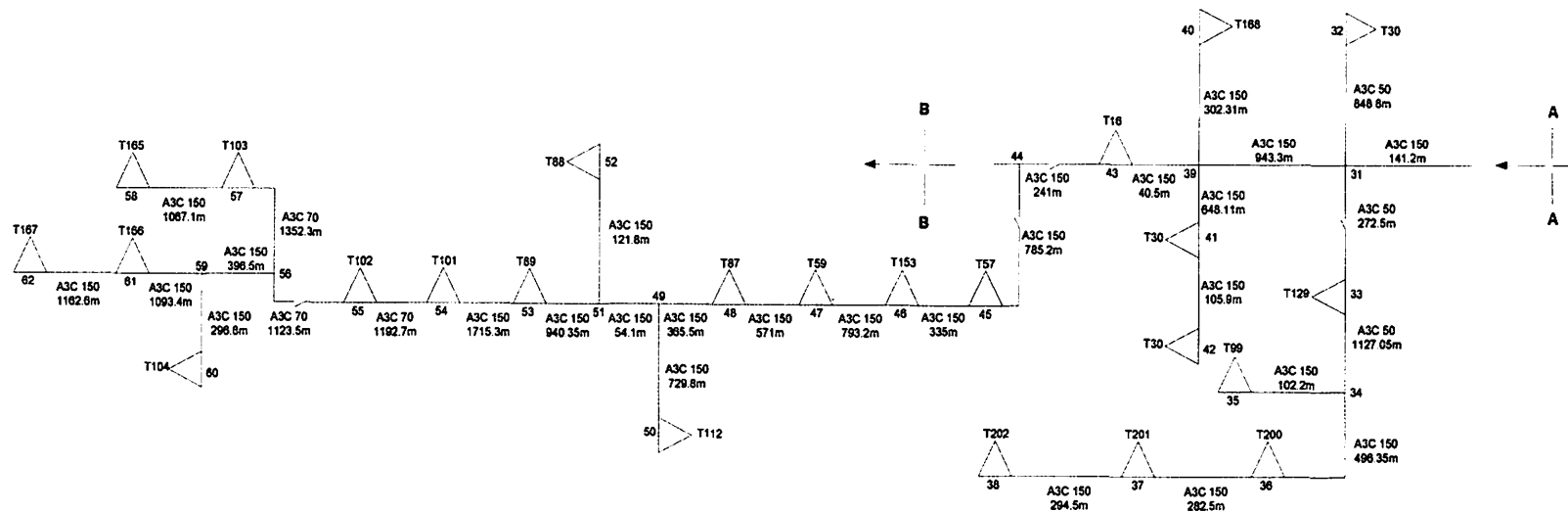
Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan pengukuran faktor daya maka pada perhitungan ini diambil harga faktor daya sebesar 0,86. Perhitungan diawali dengan menampilkan single line diagram dari penyulang yang mewakili keadaan sistem yang sesungguhnya. Dari gambar 4-4 diperlihatkan *single line* diagram dari penyulang Pujon. Pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing-masing adalah :

- Jumlah Bus = 101
- *Slack bus* = 1
- *Load bus* = 100

PENYULANG PUJON



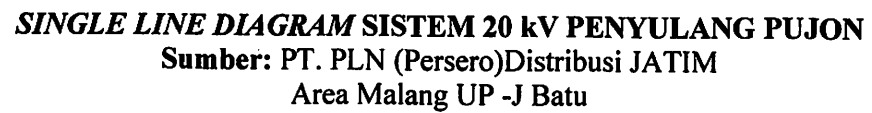
GAMBAR 4-4
SINGLE LINE DIAGRAM SISTEM 20 kV PENYULANG PUJON
Sumber: PT. PLN (Persero) Distribusi JATIM
Area Malang UP - J Batu



SINGLE LINE DIAGRAM SISTEM 20 kV PENYULANG PUJON

Sumber: PT. PLN (Persero) Distribusi JATIM

Area Malang UP - J Batu



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

➤ **Impedansi Saluran 1 (dari node-1 ke node-2)**

- Panjang saluran = 580.3 m = 0.3605 mile
- r = 0,2162 Ω /km = 0,3479 Ω /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**

- ✓ Persamaan Carson untuk self impedansi dihitung dengan menggunakan persamaan (3.4) dan (3.5).

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

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

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

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

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

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

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

✓ Persamaan Carson's untuk mutual impedansi :

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

$$Z_{11} = 0,0953 + j0,12134 \times [\ln (1/\text{GMR}_{12}) + 7,934] \Omega/\text{mile}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

✓ 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

✓ Direduksi dengan Reduksi Kron dihitung dengan menggunakan persamaan (3.15)

$$[Z_{abc}] = [Z_{abc}] - [Z_{an}] [Z_{nn}]^{-1} [Z_{na}] \text{ atau}$$

$$Z_{i,j(\text{baru})} = Z_{i,j(\text{asli})} - \frac{Z_{i4} \cdot Z_{4j}}{Z_{44}}$$

✓ Matrik impedansi saluran dalam Ω/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 Ω dengan mengalikan panjang saluran adalah :

$$Z = \begin{bmatrix} 0.1693 + j0.3686 & 0.0438 + j0.1434 & 0.0424 + j0.1251 \\ 0.0438 + j0.1434 & 0.1693 + j0.3686 & 0.0424 + j0.1596 \\ 0.0424 + j0.1251 & 0.0424 + j0.1596 & 0.1665 + j0.3845 \end{bmatrix} \Omega$$

- ✓ Matrik impedansi dasar saluran dalam pu adalah :

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

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

$$Z = \begin{bmatrix} 0.4233 + j0.9218 & 0.1096 + j0.3587 & 0.1059 + j0.3127 \\ 0.1096 + j0.3587 & 0.4233 + j0.9218 & 0.1059 + j0.3990 \\ 0.1059 + j0.3127 & 0.1059 + j0.3990 & 0.4163 + j0.9614 \end{bmatrix} 10^{-4} \text{ pu}$$

Dengan cara yang sama untuk saluran yang lain, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4-5 sebagai berikut :

Tabel 4-5
Hasil Impedansi Saluran Penyulang Pujon

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Panjang Saluran	Impedansi Saluran (pu)
1	1	2	580.3	$\begin{bmatrix} 0.4233 + j0.9218 & 0.1096 + j0.3587 & 0.1059 + j0.3127 \\ 0.1096 + j0.3587 & 0.4233 + j0.9218 & 0.1059 + j0.3990 \\ 0.1059 + j0.3127 & 0.1059 + j0.3990 & 0.4163 + j0.9614 \end{bmatrix} 10^{-4}$
2	2	3	1432.6	$\begin{bmatrix} 0.1045 + j0.2276 & 0.0271 + j0.0886 & 0.0262 + j0.0772 \\ 0.0271 + j0.0886 & 0.1045 + j0.2276 & 0.0262 + j0.0985 \\ 0.0262 + j0.0772 & 0.0262 + j0.0985 & 0.1028 + j0.2374 \end{bmatrix} 10^{-3}$
3	3	4	863.9	$\begin{bmatrix} 0.0630 + j0.1372 & 0.0163 + j0.0534 & 0.0158 + j0.0466 \\ 0.0163 + j0.0534 & 0.0630 + j0.1372 & 0.0158 + j0.0594 \\ 0.0158 + j0.0466 & 0.0158 + j0.0594 & 0.0620 + j0.1431 \end{bmatrix} 10^{-3}$
4	4	5	85.4	$\begin{bmatrix} 0.0623 + j0.1357 & 0.0161 + j0.0528 & 0.0156 + j0.0460 \\ 0.0161 + j0.0528 & 0.0623 + j0.1357 & 0.0156 + j0.0587 \\ 0.0156 + j0.0460 & 0.0156 + j0.0587 & 0.0613 + j0.1415 \end{bmatrix} 10^{-4}$

Tabel 4-5 Selengkapannya dapat dilihat pada lampiran

Sumber : Hasil analisis menggunakan program komputer

Dengan menggunakan bantuan program komputer untuk analisis aliran daya metode matrik BIBC dan BCBV, maka didapatkan besarnya tegangan dan arus saluran seperti pada tabel (4-6) dan (4-7) sebagai berikut :

Tabel 4-6
KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN TIAP NODE
PENYULANG PUJON METODE Matrik BIBC DAN BCBV

No	R		S		T	
	absV	sudV	absV	sudV	absV	sudV
1	1.00000	0.00000	1.00000	120.00000	1.00000	240.00000
2	0.99851	-0.12776	0.99854	119.87301	0.99878	239.89735
3	0.99742	-0.22231	0.99746	119.77907	0.99789	239.82143
4	0.99529	-0.40651	0.99536	119.59554	0.99615	239.67351
5	0.99529	-0.40668	0.99536	119.59538	0.99615	239.67338
6	0.99364	-0.55146	0.99373	119.45109	0.99480	239.55719
7	0.99344	-0.56889	0.99353	119.43378	0.99463	239.54322
8	0.99340	-0.57243	0.99350	119.43045	0.99460	239.54041
9	0.99330	-0.58123	0.99341	119.42234	0.99452	239.53346
10	0.99315	-0.59556	0.99326	119.40938	0.99440	239.52216

Tabel 4-6 Selengkapanya dapat dilihat pada lampiran
Sumber : Hasil analisis menggunakan program komputer

Tabel 4-7
BESAR ARUS TIAP SALURAN PENYULANG PUJON
METODE Matrik BIBC DAN BCBV

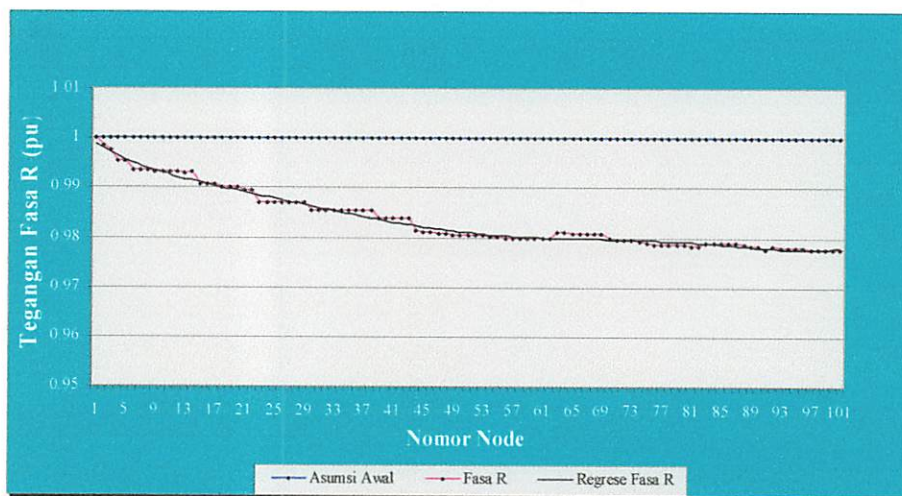
Saluran from to		R		S		T	
		re	im	re	im	re	im
1	2	70.903	-44.491	65.442	-40.056	36.161	-22.459
2	3	70.232	-44.091	64.752	-39.643	35.818	-22.255
3	4	68.187	-42.867	63.313	-38.783	34.776	-21.632
4	5	0.615	-0.371	0.539	-0.325	0.314	-0.189
4	6	0.615	-0.371	0.539	-0.325	0.314	-0.189
6	7	67.023	-42.163	61.780	-37.855	34.181	-21.274
7	8	7.507	-4.561	6.053	-3.668	3.831	-2.316
7	15	7.507	-4.561	6.053	-3.668	3.831	-2.316
8	9	7.014	-4.261	5.362	-3.248	3.580	-2.164
9	10	5.329	-3.238	3.890	-2.363	2.720	-1.645
10	11	3.105	-1.887	1.666	-1.012	1.584	-0.958

Tabel 4-7 Selengkapanya dapat dilihat pada lampiran
Sumber : Hasil analisis menggunakan program komputer

Disini terlihat pada hasil perhitungan tegangan pada masing-masing node nilainya mengalami penurunan dari asumsi tegangan awal yang digunakan yaitu 1 pu atau 20 kV. Untuk mengetahui batas-batas perubahan tegangan dari hasil

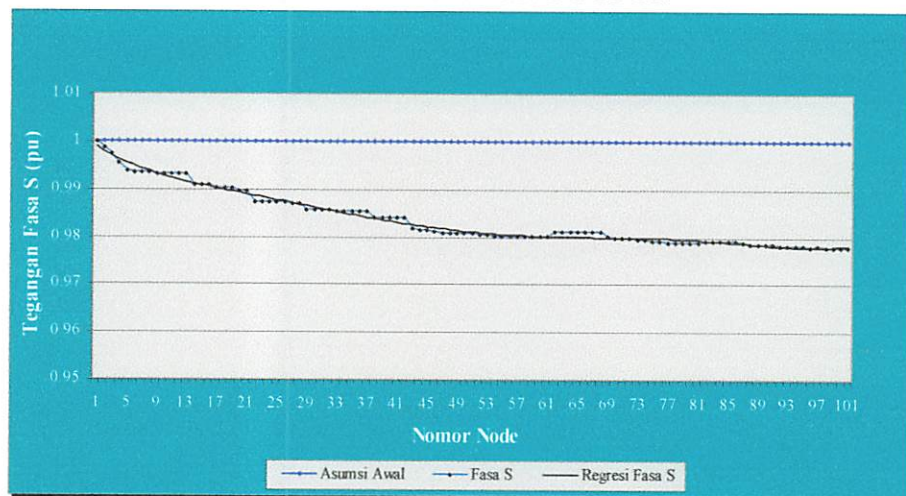
perhitungan pada table 4-6 terhadap asumsi tegangan awal untuk fasa R, S dan T, maka diplotkan dalam sebuah grafik (4-1), (4-2) dan (4-3) sebagai berikut :

GRAFIK 4-1
TEGANGAN TIAP NODE TERHADAP ASUMSI TEGANGAN AWAL
FASA R PENYULANG PUJON



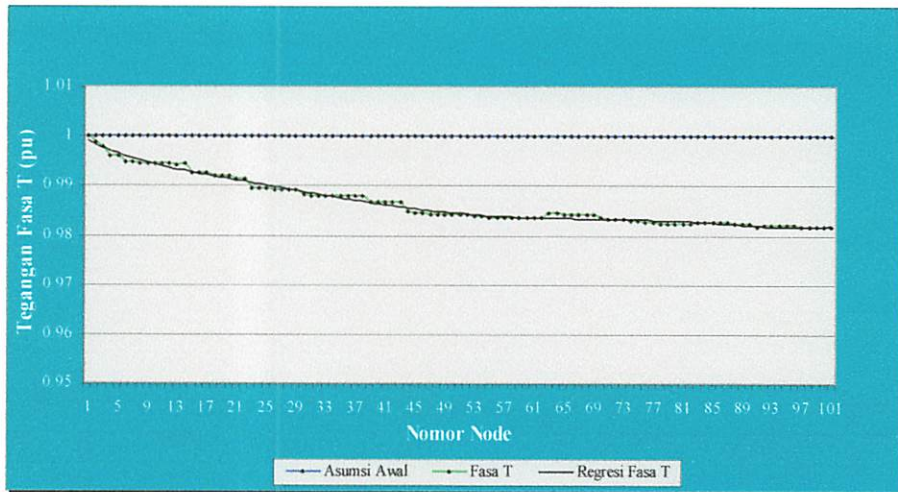
Sumber : Hasil analisis tegangan fasa R

GRAFIK 4-2
TEGANGAN TIAP NODE TERHADAP ASUMSI TEGANGAN AWAL
FASA S PENYULANG PUJON



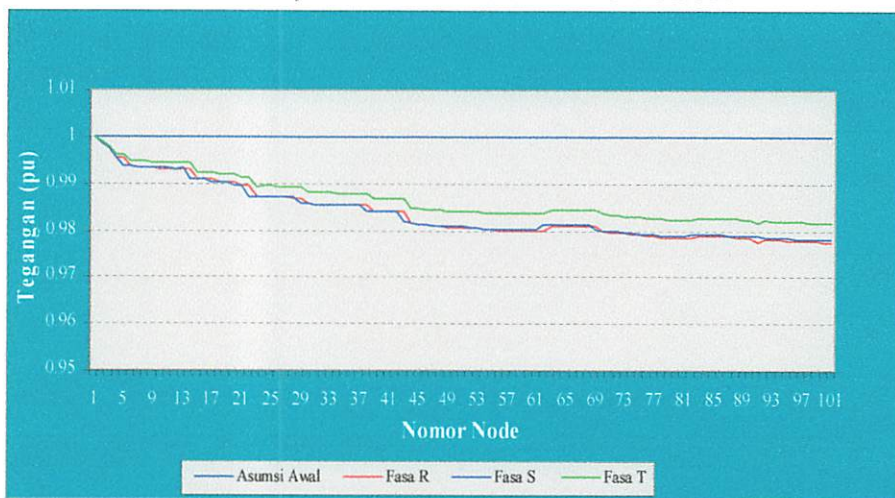
Sumber : Hasil analisis tegangan fasa S

GRAFIK 4-3
TEGANGAN TIAP NODE TERHADAP ASUMSI TEGANGAN AWAL
FASA T PENYULANG PUJON



Sumber : Hasil analisis tegangan fasa T

GRAFIK 4-4
TEGANGAN TIAP NODE TERHADAP ASUMSI TEGANGAN AWAL
FASA R, S DAN T PENYULANG PUJON



Sumber : Hasil analisis tegangan fasa R, S dan T

Dari hasil perhitungan tegangan pada masing-masing node nilainya mengalami penurunan dari asumsi tegangan awal yaitu digunakan 1 pu atau 20 kV. Tegangan paling rendah terjadi pada node paling ujung yaitu node ke-101. seperti di perlihatkan pada tabel 4-8 berikut ini :

Tabel 4-8
NODE DENGAN TEGANGAN PALING RENDAH PENYULANG PUJON

Penyulang	Fasa	Asumsi Tegangan Awal	Tegangan Yang Terjadi		Sudut Fasa Yang Terjadi	Penurunan Tegangan(%)
			(pu)	(kV)		
Pujon	R	1.000	0.97754	19.5508	- 2.00067	2.24
	S	1.000	0.97793	19.5586	118.01445	2.21
	T	1.000	0.98159	19.6318	238.40092	1.84

Selanjutnya hasil perhitungan tegangan dan sudut fasa tegangan, arus pada tabel 4-6 dan 4-7 digunakan untuk menghitung besar aliran daya yang mengalir disetiap saluran dengan menggunakan persamaan (3.17) sehingga :

➤ **Aliran Daya Saluran-1 (dari node-1 ke node-2)**

Dengan menggunakan persamaan (3.17), maka :

❖ Aliran daya untuk fasa R adalah :

$$\begin{aligned}
 VI^* &= (0.99851 - j 2.22651e-3) \times (14.1806 - j 8.8982)^* \\
 &= 14.17931 + j 8.85342 \text{ pu} \\
 &= 1417.931 \text{ kW} + 885.342 \text{ kVAR} \\
 &= 1671.634 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

Sehingga : $P = 1417.931 \text{ kW}$

$$Q = 885.342 \text{ kVAR}$$

❖ Aliran daya untuk fasa S adalah :

$$\begin{aligned}
 VI^* &= (0.99854 - j 4.70375e-3) \times (13.0884 - j 8.0112)^* \\
 &= 13.08697 + j 7.97040 \text{ pu} \\
 &= 1308.697 \text{ kW} + 797.040 \text{ kVAR} \\
 &= 1532.306 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

Sehingga : $P = 1308.697 \text{ kW}$

$Q = 797.040 \text{ kVAR}$

❖ Aliran daya untuk fasa T adalah :

$$VI^* = (0.99878 - j1.78939e-3) \times (7.2322 - j 4.4918)^*$$

$$= 7.23141 + j 4.47338 \text{ pu}$$

$$= 723.141 \text{ kW} + 447.338 \text{ kVAR}$$

$$= 850.320 \text{ kVA}$$

Sehingga : $P = 723.141 \text{ kW}$

$Q = 447.338 \text{ kVAR}$

Dengan cara yang sama untuk saluran yang lain dengan bantuan program komputer, maka didapatkan besarnya aliran daya seperti pada tabel 4-9 berikut ini

Tabel 4-9
BESAR ALIRAN DAYA TIAP SALURAN PENYULANG PUJON
METODE MATRIK BIBC DAN BCBV

Saluran from to		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1417.931	885.342	1308.697	797.040	723.141	447.338
2	3	1404.404	874.093	1294.779	785.866	716.235	441.922
3	4	1363.353	843.657	1265.813	763.142	695.280	427.011
4	5	12.300	7.300	10.780	6.400	6.280	3.720
4	6	12.300	7.300	10.780	6.400	6.280	3.720
6	7	1339.926	824.468	1234.984	740.030	683.309	417.762
7	8	150.042	89.126	120.982	71.680	76.571	45.461
7	15	150.042	89.126	120.982	71.680	76.571	45.461
8	9	140.201	83.227	107.171	63.460	71.551	42.469
9	10	106.520	63.210	77.760	46.146	54.360	32.254
10	11	62.060	36.825	33.300	19.764	31.670	18.792

Tabel 4-9 Selengkapanya dapat dilihat pada lampiran

Sumber : Hasil analisis menggunakan program komputer

Untuk perhitungan rugi-rugi daya menggunakan program komputer, maka didapatkan rugi-rugi daya seperti terlihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4-10
RUGI-RUGI SALURAN PENYULANG PUJON
METODE MATRIK BIBC DAN BCBV

Saluran from to		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	4.09413	1.83142	3.69344	1.72126	1.68373	0.74758
2	3	2.99531	1.33786	2.69767	1.25575	1.23162	0.54615
3	4	5.65408	2.51820	5.13967	2.38991	2.32570	1.02882
4	5	0.00004	0.00002	0.00004	0.00002	0.00002	0.00001
4	6	0.00004	0.00002	0.00004	0.00002	0.00002	0.00001
6	7	0.52300	0.23269	0.47048	0.21863	0.21498	0.09501
7	8	0.01153	0.00554	0.00875	0.00420	0.00472	0.00223
7	15	0.01153	0.00554	0.00875	0.00420	0.00472	0.00223
8	9	0.02674	0.01286	0.01885	0.00904	0.01090	0.00514
9	10	0.03312	0.01591	0.02194	0.01046	0.01346	0.00634
10	11	0.00553	0.00266	0.00241	0.00114	0.00220	0.00104

Tabel 4-10 Selengkapny dapat dilihat pada lampiran

Sumber : Hasil analisis menggunakan program komputer

Analisis terakhir adalah menghitung aliran daya, total pembebanan dan rugi-rugi

daya sepeti yang diperlihatkan pada tabel 4-11 sebagai berikut :

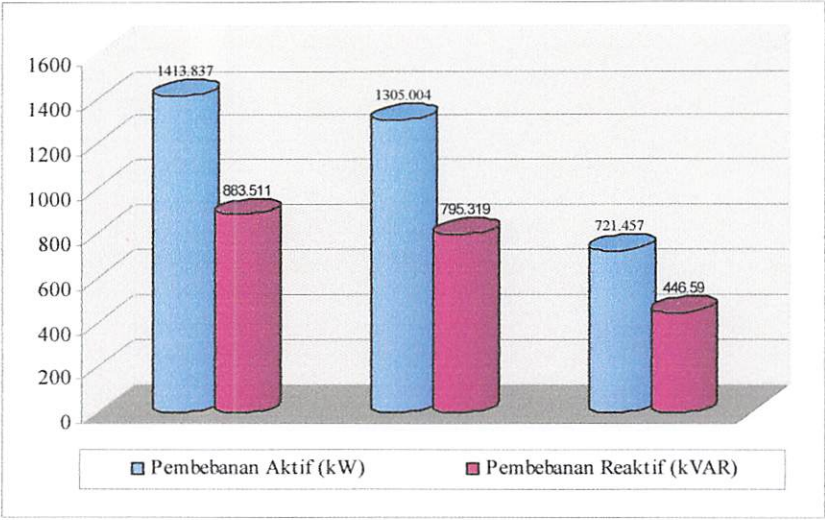
Tabel 4-11
ALIRAN DAYA, TOTAL PEMBEBANAN DAN RUGI-RUGI DAYA
PENYULANG PUJON

Penyulang	Fasa	Aliran Daya		Total Pembebanan		Rugi-rugi	
		Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)
Pujon	R	1417.931	885.342	1413.837	883.511	4.09413	1.83142
	S	1308.697	797.040	1305.004	795.319	3.69344	1.72126
	T	723.141	447.338	721.457	446.590	1.68373	0.74758

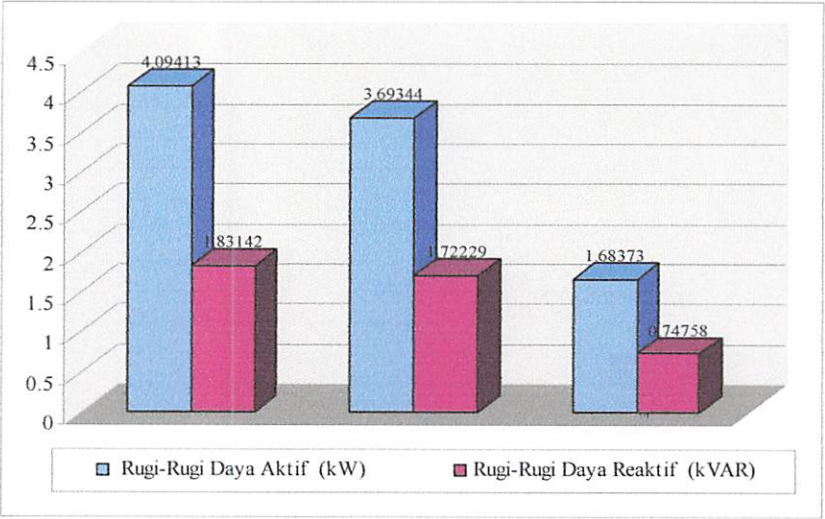
Dari hasil perhitungan pada tabel 4-11 untuk total pembebanan dan rugi-rugi daya

diplotkan dalam grafik 4-4 dan 4-5 berikut ini :

Grafik 4-4
TOTAL PEMBEBANAN



Grafik 4-5
RUGI-RUGI DAYA





BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

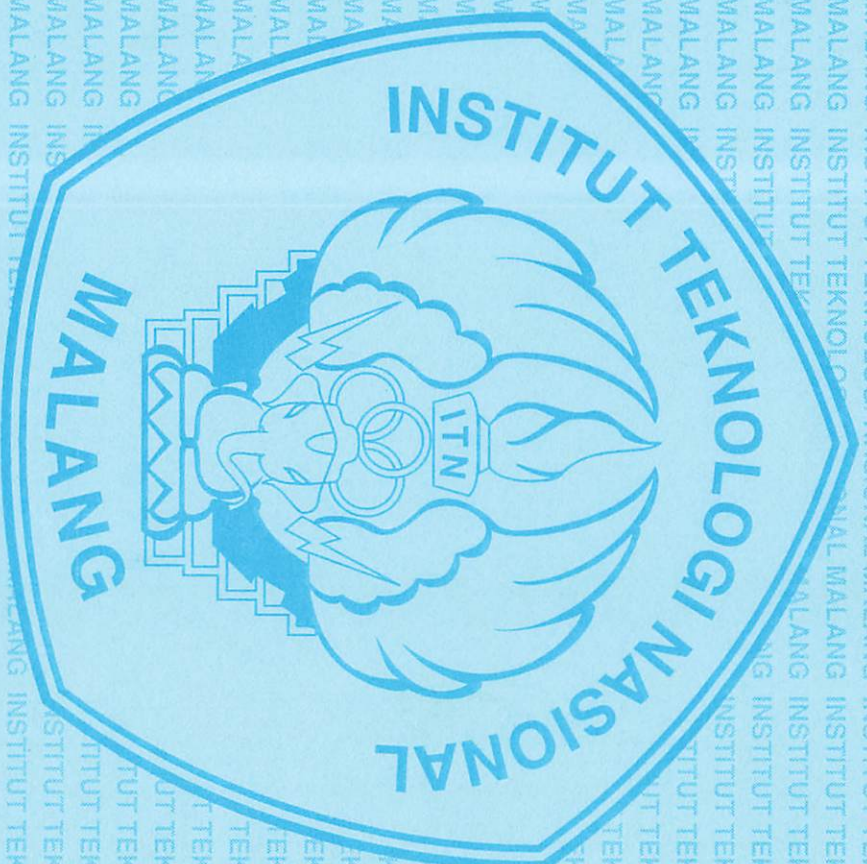
Setelah dilakukan analisis perhitungan pada jaringan menengah 20 kV sistem distribusi radial tiga fasa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Network Topology* dengan matrik BIBC dan BCBV dapat digunakan untuk menganalisis aliran daya sistem jaringan distribusi radial tiga fasa, untuk mendapatkan besar tegangan tiap-tiap bus, besarnya daya reaktif dan daya aktif serta rugi-rugi daya pada tiap saluran.
2. Dari hasil perhitungan penyulang Pujon dengan menggunakan program Matlab untuk jaringan distribusi radial 20 kV , menunjukan semakin jauh dengan sumber, maka tegangan semakin menurun dengan nilai paling rendah terjadi pada node terakhir atau pada node paling ujung, yang besarnya untuk fasa R adalah 0.97754 pu atau 19.5508 kV mengalami penurunan sebesar 2.24 %, fasa S adalah 0.97793 pu atau 19.5586 kV mengalami penurunan sebesar 2.21 %, fasa S adalah 0.98159 pu atau 19.6318 kV mengalami penurunan sebesar 1.84 %, Tetapi penurunan tegangan diatas masih dalam batas-batas yang diijinkan yaitu antara -10% sampai +5%.
3. Besar total rugi-rugi daya aktif dan daya reaktif pada fasa R adalah 4.09413 kW dan 1.83142 kVAR, fasa S adalah 3.69344 kW dan 1.72126 kVAR, fasa T adalah 1.68373 kW dan 0.74758 kVAR.

4. Besar aliran daya aktif dan reaktif pada fasa R adalah 1417.931 kW dan 885.341 kVAR atau 1671.633 kVA, pada fasa S adalah 1308.697 kW dan 797.040 kVAR atau 1532.306 kVA, pada fasa T adalah 723.141 kW dan 447.338 kVAR atau 850.320 kVA. Sehingga aliran daya total pada penyulang Pujon adalah 4054.259 kVA.

5.2. Saran

Perhitungan aliran daya dengan metode *Network Topology* dengan matrik BIBC dan BCBV yang telah dibahas perlu dikembangkan dan diaplikasikan untuk perencanaan perluasan jaringan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. S. V. Kulkarni S. A. Khaparde ***“Three Phase Load Flow Methods For Distribution Network”***, Indian Institut Of Technology-Bombay.
- [2]. Djiteng Marsudji ***“Operasi Sistem Tenaga listrik Listrik”***, Balai Penerbit Dan Humas ISTN 1990.
- [3]. Hasan Basri, Ir ***“Sistem Distribusi Tenaga Listrik”***, Balai Penerbit dan Humas IST Bumi Srengsreng Indah P. Minggu, Jakarta Selatan, 1996.
- [4]. William D. Stevensen, JR ***“Analisis Sistem Tenaga Listrik”***, Edisi ke-4, Erlangga 1996.
- [5]. Yusra Sabri, ***“Analisa Topologi Jaringan Radial “***, Team pelaksana penyelenggara pendidikan dan penataran sarjana teknik PLN, kerjasama PLN dan ITB Bandung.
- [6]. Zuhail. ***“Dasar Tenaga Listrik”***, Cetakan ke-2. ITB Bandung, 1980.
- [7]. T. S. Hutaeruk. ***“Sistem Yang Tak Seimbang”***, Cetakan ke-2 ITB Bandung, 1984.
- [8]. William H. Karsting ,***“Distribution Feeder Line Models”***, IEEE Transaction on Industry Application Vol.31 No.4.
- [9]. Anonim Carson’s Equation. [http://www.ece.nmsu.edu/U. Sranade](http://www.ece.nmsu.edu/U.Sranade).
- [10]. J. Lewis. Balcbur.***“Symmetrical Components for Power Systems”***. Enginering Marcel Dakker.Inc.USA.pp 296-297.



LAMPIRAN A

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
PERSETUJUAN PERBAIKAN
LEMBAR BIMBINGANG
SURAT-SURAT**



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 : Agus Maftukhin
2. NIM : 01.12.118
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi :

ANALALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 kV DARI GI SENGKALING

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

Hari : Kamis
Tanggal : 21 September 2006
Dengan Nilai : 77.7 (B+) $\frac{8}{10}$



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Panitia Ujian Skripsi,



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris

Anggota Penguji,



Ir. Teguh Herbasuki, MT
Penguji Pertama



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Penguji Kedua



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

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

- | | |
|------------------|-------------------------|
| 1. Nama | : Agus Maftukhin |
| 2. NIM | : 01.12.118 |
| 3. NIRM | : 0132021102118 |
| 4. Jurusan | : Teknik Elektro S-1 |
| 5. Konsentrasi | : Teknik Energi Listrik |
| 6. Judul Skripsi | : |

ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN RADIAL 20 kV DARI GI SENGKALING

- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| 7. Tanggal Mengajukan Skripsi | : 08 Juni 2006 |
| 8. Tanggal Menyelesaikan Skripsi | : 08 Desember 2006 |
| 9. Dosen Pembimbing I | : Ir. H. Soemarwanto |
| 10. Telah dievaluasi dengan nilai | : 80 |

Malang, September 2006

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. P. 103 9500 274

Disetujui
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Soemarwanto
NIP. 130 873 485



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

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

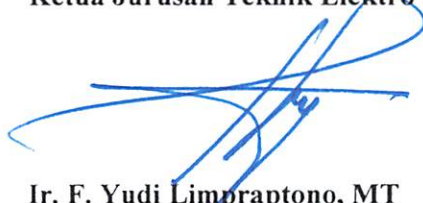
- | | |
|------------------|-------------------------|
| 1. Nama | : Agus Maftukhin |
| 2. NIM | : 01.12.118 |
| 3. NIRM | : 0132021102118 |
| 4. Jurusan | : Teknik Elektro S-1 |
| 5. Konsentrasi | : Teknik Energi Listrik |
| 6. Judul Skripsi | : |

ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN RADIAL 20 kV DARI GI SENGKALING

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 7. Tanggal Mengajukan Skripsi | : 08 Juni 2006 |
| 8. Tanggal Menyelesaikan Skripsi | : 08 Desember 2006 |
| 9. Dosen Pembimbing II | : Irrine budi S., ST, MT |
| 11. Telah dievaluasi dengan nilai | : 85 |

Malang, September 2006

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. P. 103 9500 274

Disetujui
Dosen Pembimbing II



Irrine Budi S., ST, MT
NIP. 132 314 400



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Kamis
Tanggal : 21 September 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Agus Maftukhin
2. NIM : 01.12.118
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS
NETWORK TOPOLOGY DENGAN MATRIK BIBC
DAN BCBV UNTUK JARINGAN RADIAL 20 kV
DARI GI SENGKALING

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Kata Pengantar	
2	Mengapa daya dasar menggunakan 100 kVA ?	

Anggota Penguji,

Ir. Teguh Herbasuki, MT
Penguji Pertama

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Penguji Kedua

Dosen Pembimbing,

Ir. H. Soemarwanto
Pembimbing I

Irrine Budi S., ST, MT
Pembimbing II



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Agus Maftukhin
Nim : 01.12.118
Masa Bimbingan : 8 Juni 2006 s/d 8 Desember 2006
Judul Skripsi : Analisis Aliran Daya Tiga Fasa Berbasis *Network Topology*
Dengan Matrik BIBC Dan BCBV Untuk Jaringan Distribusi
Radial 20 kV Dari GI Sengkaling

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	19-06-2006	Bab I : Perbaikan Bab II : Perbaikan	
2.	26-06-2006	Bab I : Ace Bab II : Ace	
3.	12-07-2006	Bab III : Perbaikan	
4.	15-08-2006	Bab III & IV : Perbaikan Bab	
5.	18-08-2006	Bab III : Ace Bab IV : Perbaikan dan cek serta penyaji hasil perhitungannya	
6.	22-08-2006	Ace	
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Soemarwanto
Nip. 130 873 485



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Agus Maftukhin
Nim : 01.12.118
Masa Bimbingan : 8 Juni 2006 s/d 8 Desember 2006
Judul Skripsi : Analisis Aliran Daya Tiga Fasa Berbasis *Network Topology*
Dengan Matrik BIBC Dan BCBV Untuk Jaringan Distribusi
Radial 20 kV Dari GI Sengkaling

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	23 Juni 06	Revisi rekomendasi bab I & II	ifs
2.	4 Juli 06	Acc Bab I . penulisan rumus bab II di perbaiki.	ifs
3.	7 Juli 06	Acc Bab II	ifs
4.	12 Juli 06	Acc Bab III	ifs
5.	07 Agustus	Acc Bab IV	ifs
6.	14 Agustus 06	Perbaikan Abstrak dan kesimpulan.	ifs
7.	15 Agustus 06	Acc matriks dan rumus	ifs
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing II

Irrine Budi S., ST, MT
Nip. 132 314 400



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Agus Maftukhin
Nim : 01.12.118
Semester : IX
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping, untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DI GI SENGKALING

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Februari 2006
Yang Membuat Pernyataan,

Ir. H. Soemarwanto
Nip.130 873 485

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. " Coret yang tidak perlu



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Agus Maftukhin
Nim : 01.12.118
Semester : IX
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS *NETWORK TOPOLOGY* DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DI GI SENGKALING

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Februari 2006
Yang Membuat Pernyataan,

Irrine Budi S., ST, MT
Nip. 132 314 400

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/l yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

Kampus I : Jl. Bendungan Sura-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, 13 Juni 2006

Nomor : ITN-1432/I.TA/2/06
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. **H. SOEMARWANTO**
Dosen Institut Teknologi Nasional
di –
Malang

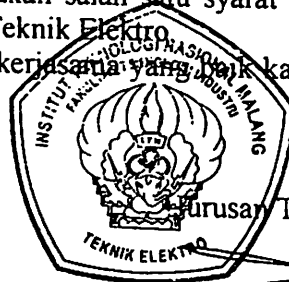
Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi
melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : AGUS MAFTUKHIN
Nim : 0112118
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:

8 Juni 2006 s/d 8 Des. 2006

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



Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Tindakan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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, 24 Juni 2006

Nomor : ITN-1486/I.TA/2/'06
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **IRRINE BUDI S, ST, MT**
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 : AGUS MAFTUKHIN
Nim : 0112118
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:

08 Juni 2006 s/d 08 Des. 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro.

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Tindakan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a

PT. PLN (PERSERO)

DISTRIBUSI JAWA TIMUR

AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG



Certificate No.: **QSC**
00475

: 0341 - 326034 (Hunting)
: 211

Facsimile : 0341 - 362046

Nomor : 0875 /330/ APJ-MLG/ 2006
Surat Sdr.No : ITN-1743/III.TA/2/06
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 20 Juni 2006

Kepada
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raa Karanglo, Km 2
Di
MALANG

Dengan Hormat,

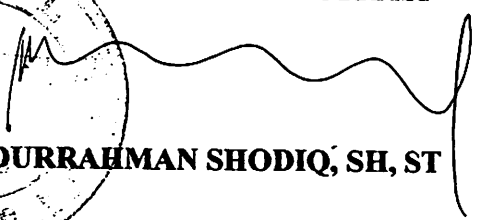
Menindak lanjuti surat Saudara nomor ITN-1743/III.TA/2/06 tanggal 08 Juni 2006 perihal tersebut di atas, maka dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan mahasiswa saudara atas nama :

AGUS MAFTUKHIN NIM : 01.12.118

Untuk melaksanakan Survey di PT. PLN (PERSERO) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 21 Juni 2006 sampai dengan 21 Juli 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.

ASMAN SDM & ADMINISTRASI

ABDURRAHMAN SHODIQ, SH, ST

Tembusan

1. Supervisor Terkait
2. Manajer UP & UPJ Terkait



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: AGUS MAFTUKHIN	Nim: 01.12.118		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	08-06-2006		Ruang:
	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS NETWORK TOPOLOGY DENGAN MATRIK BIBC DAN BC BV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DI GI SENGKALING		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	OK		
6.	Catatan:	OK		
7.	Catatan:			
	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I Ir. Widodo Pudji M, MT	Disetujui, Dosen Keahlian II Ir. Choirul Saleh, MT		
	Mengetahui, Ketua Jurusan Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs Ir. R. R. S, S.T, IIT Pembimbing II		

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c,atau g sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>AGUS MAFTUKHIN</u>	Nim: <u>01.12.118</u>		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>11-09-2006</u>		Ruang:
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISIS ALIRAN DAYA TIGA FASA BERBASIS NETWORK TOPOLOGY DENGAN MATRIK BIBC DAN BCBV UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DARI GARDU INDUK LENGLALING</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian/Pengamat			
6.	Keputusan: Dari hasil penilaian sejumlahorang dosen keahlian danorang dosen pengamat sesuai format penilaian terlampir, peserta seminar tersebut diatas (1) dengan judul skripsi (4) dinyatakan LULUS/TIDAK LULUS *) dengan nilai Komulatif:(angka) atau(huruf)			
7.	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
	<u>Ir. Teguh Herbanli, MT</u>			
	Disetujui, Dosen Pengamat I	Disetujui, Dosen Pengamat II		
	<u>Ir. H. Choiri</u>			
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Dosen Pembimbing		
	<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	<u>Irrine Prati S</u>		

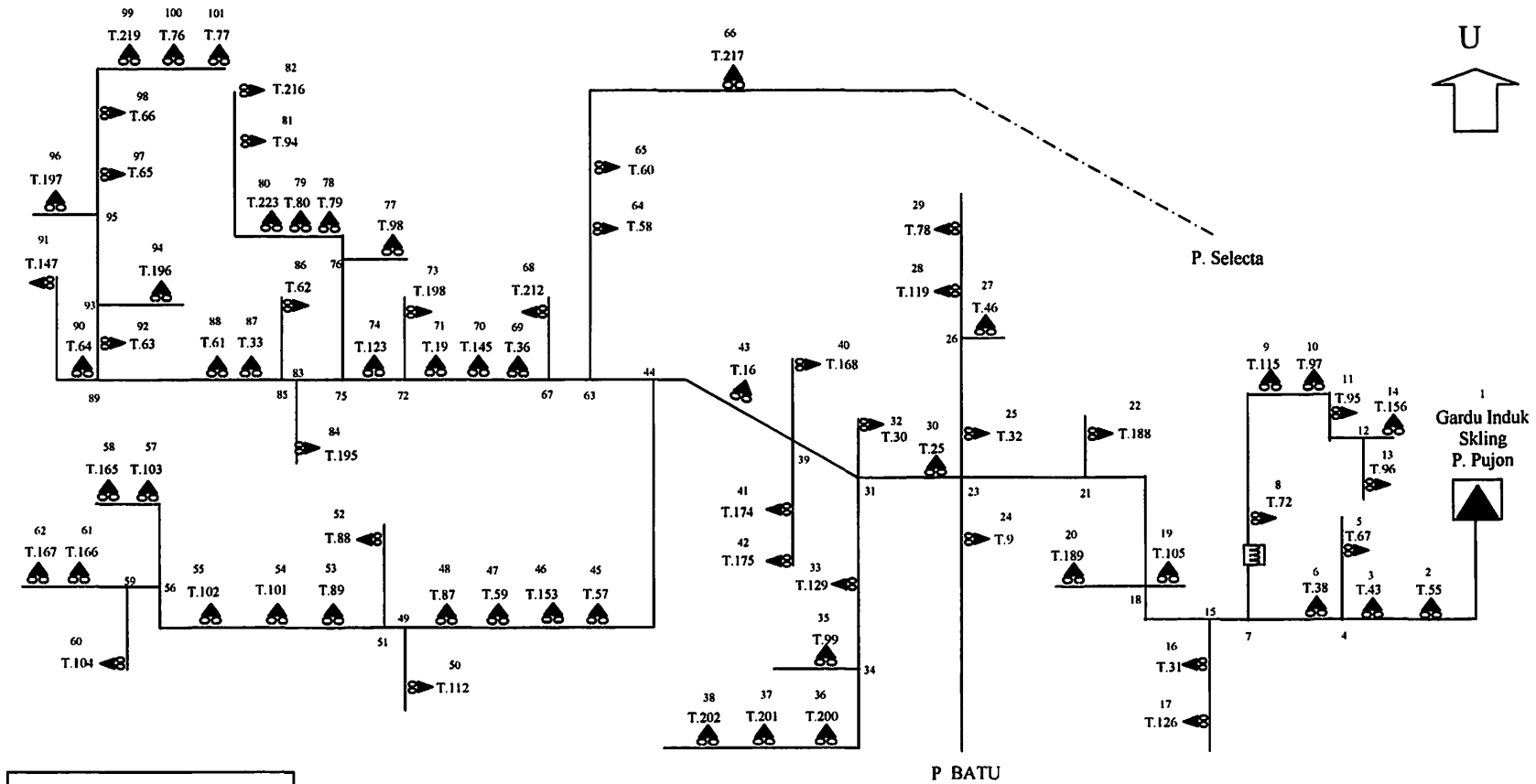
Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c,atau g sesuai bidang keahlian

LAMPIRAN B

**KODE TRAFO DAN LOKASI
DATA SALURAN
DATA PEMBEBANAN
DATA GARDU GI SENGKALING**



Gambar. Single Line Diagram Penyulang Pujon

Sumber PT.PLN (PERSERO) Distribusi JATIM
Area Malang UP - J Batu

Tabel 4-1.
Penomoran Node, Kode Trafo, dan Lokasi Sistem Distribusi Tipe Radial
20 kV GI Sengkaling Penyulang Pujon

No Node	Kode Trafo	Lokasi	No Node	Kode Trafo	Lokasi
1	-	-	52	88	Ds Pujon Kidul
2	T55	Jl Raya Ngandat	53	89	Ds Pujon Kidul
3	T43	Jl Raya Mojorejo	54	101	Dk Biyan
4	-	-	55	102	Dk Bakir
5	T67	Dk Beji	56	-	-
6	T38	Jl Raya Beji	57	103	Dk Cukal
7	-	-	58	165	Dk dadapan
8	T72	Emanuel temas	59	-	-
9	T115	Jl.Wukir Temas	60	104	Ds Cukal
10	T97	Ds Temas Klerek	61	166	Dk Tretes
11	T95	Ds Torong Rejo	62	167	Dk Dadapan
12	-	-	63	-	-
13	T96	Ds Torong Rejo tutup	64	58	Dk Pandemas
14	T156	Ds wukir	65	60	Ds Jurang Rejo
15	-	-	66	217	Ds Brau
16	T31	Jl Sudiro	67	-	-
17	T126	Jl Sudiro	68	212	Dk Don Bayi
18	-	-	69	36	Ds Pandesari
19	T105	R.s Paru-paru	70	145	Dk Watu Gong
20	T189	Jl Kasiman	71	19	Jl Raya Pujon
21	-	-	72	-	-
22	T188	Jl Lesti	73	198	Pasar Baru
23	-	-	74	123	Jl Raya Pujon
24	T9	jl Hasanudin	75	-	-
25	T32	Jl Indragiri	76	-	-
26	-	-	77	98	Dk Kalangan
27	T46	Ds. Sumberejo	78	79	Ds Wiyun Rejo
28	119	Ds. Sumberejo	79	80	Ds Madirejo
29	78	Ds Satrehan	80	223	Dk Sobo
30	25	Jl Trunojoyo	81	94	Dk Delik
31	-	-	82	216	Dk Delik
32	30	Ds Songgoriti	83	-	-
33	T129	Jl Flamboyan	84	195	KOP SAE
34	-	-	85	-	-
35	99	Jl Flamboyan	86	62	KOP SAE
36	200	Ds Tanbuh	87	33	Ds Ngroto
37	201	Ds Tanbuh	88	61	Ds Ngroto
38	202	Ds Tanbuh	89	-	-
39	-	-	90	64	Dk lebaksari
40	168	Bukit Pinus	91	147	Dk Torong
41	174	Jl Songgoriti	92	63	Dk Mantung
42	175	Jl Songgoriti	93	-	-
43	16	Jl Songgoriti	94	196	Dk Bunder
44	-	-	95	-	-
45	57	Dk Sebaluh	96	197	Dk Ngebrong
46	153	Dk Sebaluh	97	65	Ds Ngabab
47	59	Dk Maron	98	66	Ds Ngabab
48	87	Dk Maron	99	219	Ds Manting
49	-	-	100	76	Ds Manting
50	112	Ds Gunung Sari	101	77	Dk Gerih
51	-	-	-	-	-

Tabel 4-3
Data Saluran Penyulang Pujon

No Saluran	Node		Panjang (m)	Impedensi Saluran (Ω)	
	Dari	Ke		R	X
1	1	2	580.3	0.1255	0.1918
2	2	3	1432.6	0.3097	0.4735
3	3	4	863.9	0.1868	0.2855
4	4	5	85.4	0.0185	0.0282
5	4	6	683.3	0.1477	0.2258
6	6	7	82.8	0.0179	0.0274
7	7	8	154.4	0.0334	0.051
8	8	9	414.5	0.0896	0.137
9	9	10	896.5	0.1938	0.2963
10	10	11	463.5	0.1002	0.1532
11	11	12	452	0.0977	0.1494
12	12	13	1424.5	0.308	0.4708
13	12	14	1233	0.2666	0.4075
14	7	15	1244.8	0.2691	0.4114
15	15	16	90.5	0.0196	0.0299
16	16	17	20.4	0.0044	0.0067
17	15	18	338	0.0731	0.1117
18	18	19	182.2	0.049	0.0615
19	18	20	402.8	0.1083	0.136
20	18	21	304.3	0.0658	0.1006
21	21	22	293.7	0.079	0.0992
22	21	23	1257.4	0.2719	0.4156
23	23	24	406.5	0.0879	0.1344
24	23	25	154.2	0.0995	0.0567
25	25	26	627.4	0.5783	0.2378
26	26	27	6.4	0.0059	0.0024
27	26	28	204.2	0.1882	0.0774
28	28	29	1145	0.2475	0.3784
29	23	30	868.2	0.1877	0.2869
30	30	31	141.2	0.0305	0.0467
31	31	32	848.8	0.1835	0.2805
32	31	33	272.5	0.1758	0.1002
33	33	34	1127.05	0.7272	0.4145
34	34	35	102.2	0.0659	0.0376
35	34	36	496.35	0.1073	0.164
36	36	37	282.5	0.0611	0.0934
37	37	38	294.5	0.0637	0.0973
38	31	39	943.3	0.039	0.3118
39	39	40	302.31	0.1951	0.1112
40	39	41	648.11	0.1185	0.1812
41	41	42	105.9	0.0229	0.035
42	39	43	40.5	0.0088	0.0134
43	43	44	1653.6	0.3575	0.5465
44	44	45	785.2	0.1698	0.2595
45	45	46	335	0.0726	0.111
46	46	47	793.2	0.1715	0.2622
47	47	48	571	0.1235	0.1887
48	48	49	365.5	0.079	0.1208

49	49	50	729.8	0.1578	0.2412
50	49	51	54.1	0.0117	0.0179
51	51	52	121.8	0.0263	0.0403
52	51	53	940.35	0.2033	0.3108
53	53	54	1715.3	0.7904	0.6127
54	54	55	1192.7	0.5496	0.426
55	55	56	1123.5	0.2429	0.3713
56	56	57	1353.3	0.2926	0.4473
57	57	58	1067.1	0.2307	0.3527
58	56	59	396.5	0.0857	0.131
59	59	60	296.8	0.0642	0.0981
60	59	61	1093.4	0.2364	0.3614
61	61	62	1162.6	0.2514	0.3842
62	44	63	497.1	0.1075	0.1643
63	63	64	570.4	0.1233	0.1885
64	64	65	907	0.1961	0.2998
65	65	66	1769.8	0.3826	0.5849
66	63	67	135.2	0.0292	0.0447
67	67	68	821.6	0.1776	0.2715
68	67	69	110.15	0.0238	0.0364
69	69	70	891.3	0.927	0.2946
70	70	71	603.2	0.1304	0.1994
71	71	72	27.3	0.0059	0.0009
72	72	73	233.1	0.0504	0.077
73	72	74	258.7	0.0559	0.0855
74	74	75	198.1	0.0428	0.0655
75	75	76	1538.1	0.3325	0.5083
76	76	77	381.43	0.0895	0.1261
77	76	78	472	0.1021	0.156
78	78	79	449.6	0.0972	0.1486
79	79	80	721.4	0.156	0.2384
80	80	81	940.5	0.2033	0.3108
81	81	82	1428.3	0.3088	0.4721
82	75	83	322.1	0.0696	0.1065
83	83	84	186.4	0.0403	0.0616
84	83	85	98.5	0.0213	0.326
85	85	86	243.9	0.0527	0.0806
86	85	87	205.3	0.0444	0.0679
87	87	88	590.3	0.1276	0.1951
88	88	89	856.6	0.1852	0.2831
89	89	90	458.3	0.0991	0.1515
90	90	91	1162.2	0.2513	0.3841
91	89	92	207.4	0.0448	0.0686
92	92	93	1061.5	0.225	0.3508
93	93	94	1321.52	0.8527	0.4861
94	93	95	385.1	0.2485	0.1416
95	95	96	478.3	0.3086	0.1759
96	95	97	332.6	0.2146	0.1223
97	97	98	1161.5	0.7494	0.4272
98	98	99	100.4	0.0217	0.0332
99	99	100	785.8	0.507	0.289
100	100	101	285.3	0.1841	0.1049

Tabel 4-4
Data Pembebanan Sistem 20kV Penyulang Pujon

No Node	Tegangan Awal		Pembebanan						Type Bus
			R		S		T		
	V (pu)	θ (°)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	
1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Slack
2	1.000	0.000	13.430	7.970	13.810	8.200	6.850	4.070	Load
3	1.000	0.000	40.870	24.250	28.760	17.060	20.850	12.370	Load
4	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
5	1.000	0.000	12.300	7.300	10.780	6.400	6.280	3.720	Load
6	1.000	0.000	10.970	6.510	19.870	11.790	5.600	3.320	Load
7	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
8	1.000	0.000	9.840	5.840	13.810	8.200	5.020	2.980	Load
9	1.000	0.000	33.680	19.980	29.140	17.290	17.190	10.200	Load
10	1.000	0.000	44.460	26.380	44.460	26.380	22.690	13.460	Load
11	1.000	0.000	28.570	16.950	6.620	3.930	14.580	8.650	Load
12	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
13	1.000	0.000	26.300	15.60	20.810	12.350	13.420	7.960	Load
14	1.000	0.000	7.190	4.270	5.870	3.480	3.670	2.180	Load
15	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
16	1.000	0.000	7.380	4.380	7.570	4.490	3.770	2.230	Load
17	1.000	0.000	29.890	17.740	33.680	19.980	15.250	9.050	Load
18	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
19	1.000	0.000	14.000	8.310	18.920	11.230	7.140	4.240	Load
20	1.000	0.000	21.760	12.910	20.240	12.010	11.100	6.590	Load
21	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
22	1.000	0.000	22.890	13.580	22.510	13.360	11.680	6.930	Load
23	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
24	1.000	0.000	60.350	35.810	56.570	33.570	30.800	18.270	Load
25	1.000	0.000	32.160	19.080	31.600	18.750	16.410	9.740	Load
26	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
27	1.000	0.000	42.570	25.260	24.600	14.590	21.720	12.890	Load
28	1.000	0.000	8.890	5.280	5.870	3.480	4.540	2.690	Load
29	1.000	0.000	31.030	18.410	15.510	9.210	15.830	9.400	Load
30	1.000	0.000	3.970	2.360	1.320	0.790	2.030	1.200	Load
31	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
32	1.000	0.000	12.300	7.300	8.700	5.160	6.280	3.720	Load
33	1.000	0.000	35.190	20.880	33.300	19.760	17.960	10.660	Load
34	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
35	1.000	0.000	17.030	10.100	14.950	8.870	8.690	5.160	Load
36	1.000	0.000	0	0	0.190	0.110	0	0	Load
37	1.000	0.000	0	0	0.380	0.220	0	0	Load
38	1.000	0.000	0	0	0.190	0.110	0	0	Load
39	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
40	1.000	0.000	1.320	0.790	3.970	2.360	0.680	0.400	Load
41	1.000	0.000	18.730	11.110	19.680	11.680	9.560	5.670	Load
42	1.000	0.000	4.540	2.690	2.840	1.680	2.320	1.370	Load
43	1.000	0.000	21.760	12.910	35.000	20.770	11.100	6.590	Load
44	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
45	1.000	0.000	22.890	13.580	22.330	13.250	11.680	6.930	Load
46	1.000	0.000	17.410	10.330	28.760	17.060	8.880	5.270	Load
47	1.000	0.000	20.430	12.120	16.460	9.770	10.430	6.190	Load

48	1.000	0.000	20.620	12.240	22.510	13.360	10.520	6.240	Load
49	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
50	1.000	0.000	10.600	6.290	12.680	7.520	5.410	3.210	Load
51	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
52	1.000	0.000	8.890	5.280	9.650	5.730	4.540	2.690	Load
53	1.000	0.000	30.840	18.30	33.110	19.650	15.740	9.340	Load
54	1.000	0.000	10.220	6.060	18.920	11.230	5.210	3.090	Load
55	1.000	0.000	24.970	14.820	16.650	9.880	12.740	7.560	Load
56	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
57	1.000	0.000	10.780	6.400	8.700	5.160	5.500	3.270	Load
58	1.000	0.000	4.540	2.690	3.220	1.910	2.320	1.370	Load
59	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
60	1.000	0.000	18.160	10.780	16.080	9.540	9.270	5.500	Load
61	1.000	0.000	4.730	2.810	7.380	4.380	2.410	1.430	Load
62	1.000	0.000	4.540	2.690	3.220	1.910	2.320	1.370	Load
63	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
64	1.000	0.000	7.950	4.720	14.380	8.530	4.060	2.410	Load
65	1.000	0.000	32.920	19.530	36.330	21.550	16.800	9.970	Load
66	1.000	0.000	5.300	3.140	3.030	1.800	2.700	1.600	Load
67	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
68	1.000	0.000	4.730	2.810	3.590	2.130	2.410	1.430	Load
69	1.000	0.000	40.870	24.250	30.270	17.960	20.850	12.370	Load
70	1.000	0.000	20.620	12.240	16.080	9.540	10.520	6.240	Load
71	1.000	0.000	29.330	17.40	19.680	11.680	14.960	8.880	Load
72	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
73	1.000	0.000	14.570	8.640	13.620	8.080	7.430	4.410	Load
74	1.000	0.000	33.300	19.760	31.790	18.860	16.990	10.080	Load
75	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
76	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
77	1.000	0.000	26.490	15.720	17.780	10.550	13.520	8.020	Load
78	1.000	0.000	31.970	18.970	29.520	17.510	16.320	9.680	Load
79	1.000	0.000	28.000	16.620	14.190	8.420	14.290	8.480	Load
80	1.000	0.000	14.190	8.420	11.160	6.620	7.240	4.300	Load
81	1.000	0.000	15.510	9.210	12.110	7.180	7.920	4.700	Load
82	1.000	0.000	24.030	14.260	21.570	12.800	12.260	7.280	Load
83	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
84	1.000	0.000	10.780	6.400	4.920	2.920	5.500	3.270	Load
85	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
86	1.000	0.000	12.870	7.630	15.140	8.980	6.570	3.900	Load
87	1.000	0.000	34.620	20.540	33.300	19.760	17.670	10.480	Load
88	1.000	0.000	34.430	20.430	25.160	14.930	17.570	10.430	Load
89	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
90	1.000	0.000	13.430	7.970	4.350	2.580	6.850	4.070	Load
91	1.000	0.000	6.810	4.040	7.570	4.490	3.480	2.060	Load
92	1.000	0.000	12.490	7.410	12.680	7.520	6.370	3.780	Load
93	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
94	1.000	0.000	10.220	6.060	3.220	1.910	5.210	3.090	Load
95	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Load
96	1.000	0.000	5.680	3.370	6.430	3.820	2.900	1.720	Load
97	1.000	0.000	34.810	20.660	33.870	20.10	17.760	10.540	Load
98	1.000	0.000	17.780	10.550	22.510	13.360	9.080	5.390	Load
99	1.000	0.000	24.220	14.370	9.270	5.500	12.360	7.330	Load
100	1.000	0.000	15.140	8.980	21.380	12.690	7.720	4.580	Load
101	1.000	0.000	30.080	17.850	27.810	16.500	15.350	9.110	Load

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAF0				TGL. UKUR	JAM UKUR	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
1	WI	1	Jl. Gajah Mada	200	220/380	19-12-05	20:50	23	7	14	23	85	88	96	1	47	1	17	36	7	49	18	31	162	145	145	91	225	228	227	102	51	B5A4B3	213	97
2	WI	2	Jl. Panglima Sudirman	160	220/380	24-12-05	20:30					39	40	50	21					25	1	15	20	64	41	65	41	231	231	230	39	25	B2A3B1A3	215	98
3	SLC	3	Ds. Sidomulyo	75	220/380	KOSONG																								0	0				
4	SLC	4	Jl. Ry. Punten	200	220/380	19-12-05	19:35	139	128	130	47					38	62	41	36					177	190	171	83	219	221	221	118	59	A2B7	212	96
5	BTU	5	Jl.Patimura	200	220/380	27-03-06	19:00					130	100	114	36					30	50	53	27	160	150	167	63	231	231	231	110	55	B9A1B9	211	96
6	WI	6	Jl. Trunojoyo	160	220/380	03-04-06	20:17	117	180	137	65	15	7	9	11	46	21	23	15					178	208	169	91	224	223	223	124	78	D2A8B2	214	97
7	SLC	7	Ds. Tl. Rejo	160	220/380	03-04-06	19:40					82	93	68	40					29	41	33	23	111	134	101	63	223	223	224	77	48	B2A8	205	93
8	WI	8	Jl. Panglima Sudirman	160	220/380	09-11-05	18:35					96	106	101	10					16	15	17	29	112	121	118	39	236	235	235	83	52	B2A9B2	213	97
9	PJN	9	Jl. Hasanudin	250	220/380	15-11-05	18:40	218	158	170	49					101	125	129	41					319	283	299	90	217	219	217	196	78	A6D5	209	95
10	BTU	10	Jl. Imam Bonjol Atas	160	220/380	03-04-06	18:45					81	81	48	79					63	66	36	35	144	147	84	114	224	223	210	84	53	B3A2D7A2D6	212	96
11	SLC	11	Jl. Selecta	75	220/380	09-02-05	20:05	24	12	21	38					10	6	17	8					34	18	38	46	220	220	221	20	26	C1B3A5	214	97
12	BTU	12	Jl. Wr. Supratman	200	220/380	28-03-06	20:30					55	47	69	20					170	142	149	50	225	189	218	70	225	226	223	142	71	B3A5	209	95
13	SLC	13	Jl. Ry. Sidomulyo	200	220/380	13-12-05	19:00	55	60	58	24					46	48	32	26	67	52	87	30	168	160	177	80	218	221	220	110	55	A2D2A3D14	206	94
14	SLC	14	Jl. Ry. Sidomulyo	160	220/380	19-12-05	20:12	79	84	88	1					58	52	71	44					137	136	159	45	222	221	222	96	60	A7D5C1D2	210	95
15	SLC	15	Jl. Ry. Sidomulyo	200	220/380	17-02-06	19:50	144	147	103	59					55	67	77	61					199	214	180	120	212	213	213	126	63	A5D11	209	95
16	PJN	16	Jl. Songgoriti	200	220/380	09-01-06	19:10					39	56	82	15	76	74	103	54					115	130	185	54	217	217	215	93	47	B2C7B4	211	96
17	BTU	17	Jl. Alkitab	160	220/380	09-02-06	20:50					95	94	107	47					94	66	74	31	189	160	181	31	229	230	228	121	76	B5A6	213	97
18	WI	18	Jl. Panglima.Sudirman / WI	6930	220/380	KOSONG																								0	0			0	
19	PJN	19	JL.Raya Pujon	160	220/380	30-01-06	18:45					117	56	27	37					38	90	77	30	155	146	104	30	211	211	210	85	53		211	96
20	WI	20	Jl. Suropati	160	220/380	27-03-06	19:10					90	91	87	31					27	31	43	23	117	122	130	54	225	226	224	83	52	B3C10	214	97



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA MALANG UP & J - BATU

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAFU				TGL UKUR	JAM UKUR	BEBAN (A M P E R E)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAFU		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAFU				PADA TRAFU			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
21	SLC	21	Ds. Binangun. B.A.	160	220/380	26-12-05	19:00	58	95	79	34					73	75	70	25					131	170	149	59	220	221	222	99	62	B12	210	95
22	JRJ	22	Ds. Jeding Goret	160	220/380	16-02-06	19:40					80	94	130	52					40	38	53	20	120	132	183	20	223	224	223	97	61	D9	206	94
23	SLC	23	Ds. Bumi Aji	100	220/380	26-12-05	18:27					39	32	26	16					15	10	18	11	54	42	44	27	223	221	221	31	31	D	219	100
24	WI	24	Jl. Panglima. Sudirman	150	220/380	09-11-05	18:17					114	74	57	17					174	100	98	60	288	174	155	60	214	219	219	132	88	D2C8	205	93
25	PJN	25	Jl. Trunojoyo	75	220/380	03-01-06	18:10													21	28	7	17	21	28	7	17	218	218	219	12	16	D6A2D5	211	96
26	WI	26	Jl. Brantas	75	220/380	19-12-05	20:30																	59	53	82	27	225	225	222	44	58	A5D19	212	96
27	BTU	27	Jl. Diponegoro	160	220/380	28-03-06	19:35	48	13	48	34	64	49	69	21	8	3	1	3	78	76	81	24	198	141	199	82	218	219	216	117	73	A2D2C2D2	204	93
28	BTU	28	Jl. Arjuno	150	220/380	27-03-06	18:40									100	85	97	47					100	85	97	47	224	235	233	63	42	B2A3B1A3	215	98
29	WI	29	Jl. Bromo	200	220/380	19-12-05	20:40					83	91	87	31	32	8	1	29	75	87	76	28	190	186	164	88	223	228	228	120	60	B3C7	213	97
30	PJN	30	Ds. Songgoriti	160	220/380	09-01-06	18:25	34	33	23	18	12	7	3	12	19	26	20	11					65	66	46	41	212	213	212	38	23	D11	201	91
31	PJN	31	Jl. Sudiro	75	220/380	29-03-06	20:20	39	17	40	23													39	17	40	23	221	225	223	21	28	C2D5C6B6	197	90
32	PJN	32	Jl. Indragiri	160	220/380	03-04-06	20:10	170	126	167	47													170	126	167	47	211	213	210	98	61	A6B6C2	205	93
33	PJN	33	Ds.Ngroto	250	220/380	30-01-06	18:15					63	59	80	38					120	113	96	37	183	172	176	26	211	211	209	112	45		200	91
34	BTU	34	Jl.Diran	160	220/380	24-12-05	19:35					63	132	66	55					38	60	48	30	101	192	114	85	228	225	226	93	58	D4C4	209	95
35	BTU	35	Jl. Stadion	100	220/380	24-12-05	19:45					60	70	29	28					13	20	12	10	73	90	41	38	225	219	237	46	46	B6A4	215	98
36	PJN	36	Ds.Pandesari	150	220/380	26-01-06	19:05					85	65	70	107					131	36	90	5	216	101	160	5	216	216	219	103	69		200	91
37	SLC	37	Jl. Ry. Dieng	50	220/380	26-12-05	18:10					12	7	4	5					17	9	30	11	29	16	34	16	222	222	223	18	35	A	218	99
38	PJN	38	Jl. Ry Beji	75	220/380	17-02-06	20:54									58	73	105	50					58	73	105	50	224	229	225	53	70	D4A2B 6	215	98
39	JRJ	39	Ds. Junrejo	160	220/380	28-12-05	20:25	58	13	63	31					50	29	50	41					108	42	113	72	233	234	233	61	38	C3D6A1	221	100
40	JRJ	40	Ds. Jeding	50	220/380	28-12-05	20:40													12	24	43	43	12	24	43	43	233	236	232	18	37	D8	223	101

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : 5/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAFU				TGL.	JAM	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAFU		TEGANGAN UJUNG		
		NO.	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAFU				PADA TRAFU			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%)
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
41	JRJ	41	Ds. Jeding Kulon	160	220/380	27-03-06	19:40					29	10	35	19					90	69	35	37	119	79	70	56	235	235	234	63	39	D2A9	210	95
42	SLC	42	Jl. Ry Punten	200	220/380	07-11-05	18:04	42	37	36	22					86	118	62	56					128	155	98	78	221	221	219	84	42	A13	211	96
43	BTU	43	Jl. Ry. Mojorejo	160	220/380	17-11-05	19:18					52	17	6	40					164	128	146	43	216	145	152	83	221	223	223	113	71	B15	215	98
44	JRJ	44	Ds. Rejoso	160	220/380	22-12-05	19:45					81	76	88	28					49	43	71	30	130	119	159	58	235	234	234	96	60	D12	223	101
45	SLC	45	Ds. Kekep	100	220/380	25-01-05	20:50	26	34	33	14					15	35	4	30					41	69	37	44	228	224	226	34	34	A4D5C2D2	213	97
46	PJN	46	DS.Sumberejo	160	220/380	25-01-05	18:40	158	181	110	64					38	26	9	36	29	23	11	22	225	230	130	122	215	216	217	126	79	D2A2D9A5	206	94
47	SLC	47	Ds. BumiAji	160	220/380	19-12-05	19:10					50	71	75	29					35	36	34	20	85	107	109	49	221	223	224	67	42	D5A7B1	207	94
48	SLC	48	Ds. Kliran	100	220/380	19-12-05	19:20	40	35	63	32					9	38	44	27					49	73	107	59	221	223	221	51	51	A4B1A8B8	211	96
49	SLC	49	Ds. Beru. Bumi Aji	100	220/380	26-12-05	18:21	9	3	1	7					52	57	56	26					61	60	57	33	219	220	220	39	39	C3B4C5	210	95
50	SLC	50	Ds. Pandan	250	220/380	03-04-06	19:00					99	118	94	34					90	76	79	34	189	194	173	68	219	218	222	122	49	B2C8B1C4	203	92
51	SLC	51	Dk.Dadapan	50	220/380	03-04-06	19:15					6	2	2	3					56	34	34	32	62	36	36	35	219	218	220	29	59	D4C4B1C2	208	95
52	SLC	52	Ds. Ngujung	150	220/380	26-12-05	19:26					29	15	71	0					62	99	66	59	91	114	137	59	226	225	223	77	52	B2A16B3	198	90
53	SLC	53	Ds. Giripumo	200	220/380	26-12-05	19:44					75	69	147	60					142	93	170	74	217	162	317	134	226	226	222	157	79	B2A15B7	197	90
54	WI	54	Jl. Suropati	160	220/380	09-01-06	19:45					81	87	60	32					87	68	76	30	168	155	136	62	223	222	222	102	64	D10	218	99
55	PJN	55	Jl. Raya Ngandat	150	220/380	17-11-05	18:40					10	6	5	11					61	53	68	12	71	59	73	23	218	217	216	44	30	B4A1B8	207	94
56	BTU	56	Jl. Raya Mojorejo	100	220/380	17-11-05	18:55					12	28	16	15					40	40	13	29	52	68	29	44	228	226	227	34	34	D7	217	99
57	PJN	57	Dk.Sebaluh	150	220/380	26-01-06	18:45					92	69	106	40					29	36	12	20	121	105	118	60	214	214	212	74	49		210	95
58	PJN	58	Dk.Pandemas	100	220/380	31-01-06	19:50					11	43	49	24					31	16	27	18	42	59	76	42	231	232	223	41	41		209	95
59	PJN	59	Dk.Maron	100	220/380	07-02-06	18:00					82	57	74	27					26	11	13	13	108	68	87	40	222	222	223	58	58		214	97
60	PJN	60	Dk.Jurangrejo	160	220/380	31-01-06	18:40					133	98	113	14					41	45	79	15	174	143	192	29	210	207	214	107	67		203	92



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA MALANG UP & J - BATU

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAF0				TGL. UKUR	JAM UKUR	BEBAN (A M P E R E)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG									
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn							
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N												
61	PJN	61	Ds.Ngroto	160	220/380	30-01-06	18:00							101	76	80	30							81	36	53	39	182	112	133	69	207	210	208	88	55		220	100			
62	PJN	62	KOP SAE	315	220/380	13-02-06	18:45																				86	100	80	8	218	216	217	58	18		218	99				
63	PJN	63	Dk.Mantung	100	220/380	01-02-06	19:30							38	37	52	17							28	27	15	10	66	64	67	27	215	214	213	42	42		216	98			
64	PJN	64	Dk.Lebaksari	100	220/380	09-02-06	18:15							17	56	15	42							54	30	8	42	71	86	23	84	220	217	220	40	40		219	100			
65	PJN	65	Ds.Ngabab	160	220/380	01-02-06	19:40							100	86	110	25							84	76	69	35	184	162	179	60	225	226	223	118	74		218	99			
66	PJN	66	Ds.Ngabab	100	220/380	01-02-06	19:45	27	72	76	39							67	32	43	30						94	104	119	69	214	214	212	68	68		218	99				
67	WI	67	Ds. Beji (KUD Batu)	160	220/380	17-02-06	19:30	65	55	57	15																65	55	57	15	229	229	229	41	25	Khusus	217	99				
68	BTU	68	Ds. Oro Oro Ombo(Yayasan	160	220/380	17-02-06	19:00	49	52	50	14																49	52	50	14	228	228	226	34	22	Khusus	228	104				
69	SLC	69	Ds. Tulung Rejo	100	220/380	05-01-06	19:30	14	12	9	13							42	41	39	19						56	53	48	32	221	221	222	35	35	C4B2C1B2	214	97				
70	DNY	70	Alat Alat Pertanian	160	220/380	21-09-05	18:10																				47	66	53	15	47	66	53	15	211	211	211	35	22	A	210	95
71	BTU	71	Jl. Diponegoro	75	220/380	28-03-06	19:30							55	53	51	1										0	22	0	19	55	75	51	20	224	223	221	24	32	B2A10	214	97
72	PJN	72	Emanuel Temas	100	220/380	24-12-05	18:15							40	68	55	5										12	19	18	0	52	87	73	5	211	211	212	45	45	B	209	95
73	SLC	73	Ds. Bayuning	100	220/380	07-11-05	18:26	10	2	9	7							50	57	78	39						60	59	87	46	225	229	227	46	46	A4	219	100				
74	SLC	74	Ds. Kungkuk	75	220/380	05-01-06	19:45							39	27	35	20										19	11	38	19	58	38	73	39	231	232	230	39	52	D13	221	100
75	SLC	75	Ds. Payan	75	220/380	07-11-05	18:39																				55	47	57	26	221	222	219	35	47	D2A7D9	207	94				
76	PJN	76	Ds.Manting	100	220/380	06-02-06	19:10	45	49	58	10							35	52	55	15						80	101	113	0	225	225	225	66	66	A	204	93				
77	PJN	77	Dk.Gerih	160	220/380	06-02-06	19:20							95	84	103	31										64	35	44	20	159	119	147	51	216	219	219	92	57		206	94
78	PJN	78	Ds. Santrehan	160	220/380	07-11-05	18:38	69	70	28	35							95	70	54	45						164	140	82	80	224	223	224	86	54	C2B12C4	218	99				
79	PJN	79	Ds.Wiyurejo	160	220/380	06-02-06	20:10							107	112	115	37										62	70	41	25	169	182	156	62	224	223	222	114	71		200	91
80	PJN	80	Ds.Madiredo	75	220/380	06-02-06	20:05																					148	53	75	85	215	222	223	59	79		219	100			

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAF0				TGL. UKUR	JAM. UKUR	BEBAN (AMPERE)																				TFGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
81	SLC	81	J T V	100	220/380	01-05-05	18:36									40	44	59	11	41	37	40	6	81	81	99	17	224	225	224	58	58	D3C7D4	203	92
82	SLC	82	Ds. Junggo. Tulungrejo	75	220/380	07-02-06	19:00	25	16	40	13					15	10	27	21					40	26	67	34	221	220	219	29	39	C14	210	95
83	BTU	83	Ds. Oro Oro Ombo	160	220/380	09-11-05	19:00	180	111	133	60					3	2	24	20					183	113	157	80	223	224	221	101	63	A14	213	97
84	BTU	84	Ps. Batu	250	220/380	22-11-05	18:39	136	169	136	36					196	125	115	75					332	294	251	111	222	222	190	195	78	A2D15	184	84
85	BTU	85	TV RI Oro Oro Ombo	160	220/380	10-01-06	19:15					104	67	59	43					63	69	50		167	136	109	43	217	219	218	89	56	B3C4D4C3B12	193	88
86	BTU	86	Perum Batu Permai	100	220/380	22-11-05	18:26					34	12	38	24					75	55	31	40	109	67	69	64	222	225	223	54	54	B3C7	212	96
87	PJN	87	Dk.Maron	100	220/380	07-02-06	18:10					104	86	91						5	10	28		109	96	119	0	224	225	223	73	73		212	96
88	PJN	88	Ds.Pujon kidul	100	220/380	07-02-06	18:30	25	21	24						22	41	27					47	62	51	0	211	225	223	34	34		200	91	
89	PJN	89	Ds.Pujon kidul	160	220/380	07-02-06	18:45					117	94	95						46	71	80		163	165	175	0	225	226	223	113	71		216	98
90	SLC	90	Ds.Giripurno	100	220/380	26-12-05	21:35	15	16	19	6					43	81	59	21					58	97	78	27	222	220	221	52	52	C	216	98
91	SLC	91	Ds.Giripurno	100	220/380	26-12-05	21:25	37	57	54	26					19	13	17	6					56	70	71	32	224	224	223	44	44	C	218	99
92	SLC	92	Ds. Sukorame	160	220/380	09-01-06	19:55					53	52	55	27					40	43	40	16	93	95	95	43	227	227	225	64	40	D12	218	99
93	SLC	93	Ds. Pagergunung	100	220/380	07-02-06	20:08					56	46	26	43					46	92	25	55	102	138	51	98	222	220	220	65	65	D5C11D3	210	95
94	PJN	94	Dk.Delik	100	220/380	06-02-06	19:40	1	5	0										81	78	64		82	83	64	0	225	223	221	52	52		214	97
95	PJN	95	Ds. Torongrejo	160	220/380	10-01-06	18:30					113	158	35	102					38	89	0	80	151	247	35	182	215	210	213	93	58	B10	203	92
96	PJN	96	Ds. Torongrejo Tutup	160	220/380	24-12-05	19:00					114	118	97						25	25	13		139	143	110	0	215	214	214	84	53	B	212	96
97	PJN	97	Ds. Temas. Klerek	200	220/380	24-12-05	18:40					78	75	77	15					157	147	158	0	235	222	235	15	210	212	208	145	73	A	189	86
98	PJN	98	Dk.Kalangan	100	220/380	07-02-06	20:20					101	47	37						39	48	57		140	95	94		213	214	213	70	70		218	99
99	PJN	99	Jl. Flamboyan	100	220/380	03-01-06	18:50					35	31	36	18					55	64	43	27	90	95	79	45	218	217	216	58	58	D3C1D4A3	206	94
100	WI	100	Jl.Panglima.Sudirman	160	220/380	08-01-06	20:30													13	46	29	27	13	46	29	27	232	231	229	20	13	D10C2D3	219	100

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAFU				TGL. UKUP.	JAM UKUR	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAFU		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAFU				PADA TRAFU			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
101	PJN	101	Dk.Biyan	100	220/380	08-02-06	18:30	46	53	97						8	2	3					54	55	100	0	207	211	206	43	43		198	90	
102	PJN	102	Dk.Bakir	160	220/380	08-02-06	18:45					73	63	32						59	73	56		132	136	88	0	212	211	210	75	47		200	91
103	PJN	103	Dk.Cukal	100	220/380	08-02-06	19:30					28	55	23						29	35	23		57	90	46	16	215	214	213	41	41		201	91
104	PJN	104	Ds.Cukal	100	220/380	08-02-06	18:50	39	13	36						57	64	49					96	77	85	16	222	223	221	57	57		204	93	
105	PJN	105	R.S. Paru-Paru	100	220/380	10-01-06	20:40					16	26	44	22					58	68	56	22	74	94	100	42	224	223	221	60	60	D2A2B5	220	100
106	JRJ	106	Dk. Banjartengah	150	220/380	28-12-05	20:15					20	58	13						80	56	81		100	114	94	42	225	222	224	69	46	D6A3B15	211	96
107	JRJ	107	Dk. Gading Kulon	150	220/380	21-01-06	19:10	42	35	39	29					25	18	26	1				67	53	65	30	229	228	227	42	28	A	218	99	
108	BTU	108	Perum Kusuma Estit	200	220/380	06-11-05	18:35	68	22	52	39					2	31	27	32				70	53	79	71	229	225	222	46	23	A6B7	208	95	
109	SLC	109	Ds. Junggo. Tulungrejo	100	220/380	03-04-06	19:46	15	23	14	9					43	44	40	19				58	67	54	28	232	232	230	42	42	C14	217	99	
110	SLC	110	Ds. Junggo. Tulungrejo	200	220/380	05-01-06	19:00	92	71	93	38					94	80	80	39				186	151	173	77	214	216	216	109	55	C13D2C3	205	93	
111	SLC	111	Ds. Junggo. Tulungrejo	160	220/380	05-01-06	19:10					25	11	24	19					116	120	146	50	141	131	170	69	216	217	214	95	60	D2C6D8	208	95
112	PJN	112	Ds. Gunung Sari	100	220/380	07-11-05	19:06					2	1	8	8					54	46	59	16	56	47	67	24	220	221	218	37	37	D16C7B4C1	217	99
113	BTU	113	Ds. Cro Oro Ombo	50	220/380	22-11-05	19:35	1	2	3	3					28	34	30	8				29	36	33	11	224	224	223	22	44	C3B5	217	99	
114	SLC	114	Ds.Tawang Argo	160	220/380	26-12-05	20:48					59	57	64	17					82	66	84	37	141	123	148	54	231	231	233	95	59	D	219	100
115	PJN	115	Ds. Wukir Temas	150	220/380	24-12-05	18:25													178	150	154	21	178	150	154	21	218	221	220	105	70	A	206	94
116	BTU	116	Ds. Cro Oro Ombo	150	220/380	09-11-05	19:10					77	75	70	24					88	88	79	24	165	163	149	48	224	224	222	107	71	D3C7B4	209	95
117	WI	117	Jl. P.Sudirman	150	220/380	09-11-05	18:35					110	122	123	30								110	122	123	30	212	214	212	75	50	B2C4D6A1	202	92	
118	WI	118	Jl. P.Sudirman	150	220/380	09-11-05	18:47					28	26	28	7					29	21	17	13	57	47	45	20	209	220	221	31	21	D1C11B2	200	91
119	PJN	119	Ds. Sumber rejo	75	220/380	25-01-06	18:30	47	60	31	33												47	60	31	33	218	217	219	30	40	A5B3C4	207	94	
120	WI	120	Jl. Suropati	150	220/380	15-11-05	18:25					69	46	23	2					85	106	168	60	154	152	191	62	237	235	234	118	79	D3A5D1A1D1	227	103



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA MALANG UP & J - BATU

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : 5/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAFU				TGL. UKUR	JAM UKUR	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAFU		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAFU				PADA TRAFU			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-M	T-N					
121	BTU	121	Jl. Ry.Kajang Mojorejo	100	220/380	17-11-05	19:24					49	38	60	19					61	14	3	41	110	52	63	60	224	225	225	50	50	B2A6B4A2B12	195	89
122	W I	122	Plasa Batu	250	220/380	27-03-06	19:10	39	44	59	25					177	172	185	45					216	216	244	70	222	223	224	150	60	D5	211	96
123	PJN	123	Jl.Raya Pujon	150	220/380	30-01-06	18:35					112	97	83	33					64	55	85	35	176	152	168	68	209	211	212	104	69		210	95
124	PJN	124	kosong	50																															
125	SLC	125	Hotel Pomama	250	220/380	25-01-06	19:30	32	61	59	26													32	61	59	26	217	214	215	33	13	Khusus	213	97
126	PJN	126	Jl. Sudiro	150	220/380	28-03-06	20:15	2	3	17	13					156	156	161	58					158	159	178	71	223	223	221	110	74	C2D5C5B5	197	90
127	BTU	127	Jl. Arjuno	150	220/380	27-03-06	18:30	115	109	43	55					47	45	61	29					162	154	104	84	222	222	221	93	62	A4B4A2B3	212	96
128	SLC	128	Ds. Giripomo	150	220/380	26-12-05	20:17					89	97	74	49					57	41	46	0	146	138	120	49	225	227	226	91	61	D	212	96
129	PJN	129	Jl. Flamboyan	160	220/380	03-01-06	18:35					93	77	77	27	93	98	99	29					186	175	176	56	215	216	215	115	72	C7D5B3	200	91
130	W I	130	Jl. Panglima.Sudirman	150	220/380	09-11-05	18:02					8	22	26	15					70	64	53	16	78	86	79	31	223	225	225	54	36	D2C7	216	98
131	BTU	131	Ds. Beji	150	220/380	17-11-05	19:32	88	96	127						91	106	91						179	202	218	76	222	224	223	133	89	C8B7	192	87
132	BTU	132	Jl. Patimura	160	220/380	17-11-05	20:10					177	109	123	55					7	16	33	15	184	125	156	70	224	227	226	104	65	B1C8B1	210	95
133	SLC	133	DS. Boro	150	220/380	26-12-05	20:15	72	65	69	20					37	42	51					109	107	120	20	227	227	225	76	51	C	217	99	
134	SLC	134	Belakang Pasar Batu	100	220/380	26-12-05	20:55					47	33	31	26					3	38	8	23	50	71	39	49	225	226	227	36	36	B3A2B2C2	214	97
135	SLC	135	Ds. Junggo. Tulungrejo	50	220/380	05-01-06	19:20	6	4	3	4					26	7	15	20					32	11	18	24	210	228	213	13	26	C1B2A7B3A2	205	93
136	JRJ	136	Hotikultura	100	220/380	22-11-05	19:45																	67	45	41	24	210	214	214	32	32	A2B8A1B12	200	91
137	SLC	137	Jl. Ry.Punten	50	220/380	12-02-06	19:30	26	32	16	23													26	32	16	23	221	221	221	16	33	A3D4C3D4	212	96
138	BTU	138	Beji - Krajan	25	BELUM OPERASI																														
139	BTU	139	H. Kartika (Club Bunga)	160	220/380	08-01-06	18:40	16	31	32	17													67	45	41	24	228	228	228	35	22	A1	228	104
140	W I	140	Telkom Batu	250	220/380	18-09-05	18:15					47	40	41	7									47	40	41	7	232	232	232	30	12	B	230	105



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA MALANG UP & J - BATU

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAFU				TGL.	JAM	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAFU		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAFU				PADA TRAFU			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
141	SLC	141	Ds. Tegal Sari	150	220/380	03-04-06	19:18	41	37	72	23					32	47	18	22					73	84	90	45	205	210	205	51	34	A2D2A5D2	217	99
142	SLC	142	Ds. SumberGondo	160	220/380	03-04-06	19:12	25	30	50	18					103	85	66	37					128	115	116	55	219	216	219	79	49	C3B2A6D1	207	94
143	WI	143	Hotel Asida	50	220/380	25-01-06	19:10	27	27	30	6												27	27	30	6	222	221	220	19	37	Khusus	221	100	
144	BTU	144	Jl. Raya Beji	100	220/380	17-11-05	19:32					81	112	87	17					37	7	35	17	118	119	122	34	226	225	227	81	81	B1C6B3C2B2A1	207	94
145	PJN	145	Dk.Watugong	100	220/380	30-01-06	18:55					50	50	44	22					59	35	41	28	109	85	85	50	207	210	211	58	58		217	99
146	WI	146	Wr. Supratman	160	220/380	15-11-05	18:10					38	30	32	12					72	102	87	26	110	132	119	38	225	223	222	81	51	D2C1A5	210	95
147	PJN	147	Dk.Torong	50	220/380	01-02-06	19:15					13	35	2	27					23	33	38	11	36	68	40	38	210	203	204	30	60		218	99
148	JRJ	148	Ds. Junrejo	160	220/380	28-12-05	20:35	38	88	26	51					55	56	56	10					93	144	82	61	240	238	237	77	48	A21	225	102
149	SLC	149	Ds. Bulukerto	160	220/380	29-02-06	20:30					41	64	41	28					17	21	9	14	58	85	50	42	229	228	226	44	28	B1A13B9	205	93
150	SLC	150	Ds. GLintung	150	220/380	29-02-06	20:18	79	71	63	34												79	71	63	34	213	221	213	45	30	A15D2A1B1	201	91	
151	JRJ	151	Balai Desa. Tlekung	100	220/380	22-11-05	20:09																71	72	110	43	229	229	226	58	58	D2A1B1	209	95	
152	JRJ	152	Ds. Tlekung	160	220/380	22-11-05	18:55					82	65	109	41					70	60	62	18	152	125	171	52	215	217	216	96	60	D12A4D3A4	195	89
153	PJN	153	Dk.Sebaluh	160	220/380	26-01-06	18:30					14	12	5	8					78	78	147	81	92	90	152	89	214	215	212	71	45		219	100
154	JRJ	154	Ds. Gading Kulon	160	220/380	21-01-06	18:30					81	54	73	24					14	53	32	23	95	107	105	20	230	228	227	71	44	D	127	58
155	JRJ	155	Ds. Princi	100	220/380	21-01-06	18:10					30	15	43	23					34	25	23	15	64	40	66	20	226	232	230	38	38	C	210	95
156	PJN	156	Ds. Wukir	50	220/380	22-11-05	19:25					38	50	31	12									38	50	31	12	209	212	213	25	50	C	207	94
157	SLC	157	Hotel Orchid	200	220/380	22-11-05	19:00									64	62	66	7					64	62	66	7	231	231	231	44	22		226	103
158	BTU	158	Dk. Sumber Brantas	100	220/380	22-12-05	20:40	0	10	2	3					45	33	28	24					45	43	30	27	224	225	227	26	26	B13	217	99
159	BTU	159	Jl. Ry Mojorejo	100	220/380	17-11-05	19:05					9	5	8	5					63	43	47	26	72	48	55	31	220	220	220	39	39	D3C10B10	211	96
160	PJN	160	Ds. Gunung Sari	160	220/380	07-11-05	18:45					66	29	59	27					33	72	58	26	99	101	117	53	222	223	219	70	44	A2D5A9B8A5	209	95

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY	GARDU TRAF0				TGL. UKUR	JAM UKUR	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
161	SLC	161	Ds. Sumber Brantas	100	220/380	22-12-05	20.30	28	20	46	25					35	34	47	15					63	54	93	40	225	223	224	47	47	D1A3D2C4D14	204	93
162	WI	162	Ds. Toyo Merto	100	220/380	13-02-06	11.40					38	37	50	21					29	11	6	21	67	48	56	42	225	225	223	38	38	B5C4B1	214	97
163	JRJ	163	Ds. Selokerto	100	220/380	21-01-06	18.45					74	86	50	36					16	39	33	19	90	125	83	55	225	226	226	67	67	D	217	99
164	WI	164	Ds. Srebet	30	220/380	13-02-06	19.00	13	12	0	7												13	12	0	7	227	226	226	6	19	B5C4B1	214	97	
165	PJN	165	Ds. Pentil	160	220/380	06-11-05	18.06					40	25	15	16	1	2	1	1	110	99	65	47	151	126	81	64	228	230	228	82	51		209	95
166	PJN	166	Dk. Tretes	50	220/380	08-02-06	18.00	25	52	39	23												25	52	39	23	211	211	211	24	49		209	95	
167	PJN	167	Dk. Cadapan	25	220/380	08-02-06	19.00													24	21	17	11	24	21	17	11	208	212	211	13	52		208	95
168	PJN	168	Bukit Pinus	25	220/380	09-01-06	19.40	7	17	21	17												7	17	21	17	216	217	215	10	39	A5B1A3B1A3D2	213	97	
169	SLC	169	Ds. Ngujung	100	220/380	26-12-05	19.33					21	11	30	14					85	75	48	36	106	86	78	50	220	223	223	59	59	D	210	95
170	SLC	170	Ds. Tawang Argo	100	220/380	28-03-06	19.30	109	86	146	19					0	4	7	1					109	90	153	20	218	218	219	77	77	A20	206	94
171	BTU	171	Jl. Sultan Agung	100	220/380	10-01-06	20.31					20	51	22	35								20	51	22	35	228	229	229	21	21	D2C1	221	100	
172	WI	172	Ds. Srebet	160	220/380	15-11-05	18.35					29	39	38	16					143	102	52	66	172	141	90	82	225	224	225	91	57	D7A5	209	95
173	BTU	173	Jl. Imam Bonjol	250	220/380	26-11-05	19.55					139	152	153	46					43	83	100	46	182	235	253	92	225	226	226	151	60	B7A6	215	98
174	PJN	174	Jl. Arumdal	160	220/380	09-01-06	18.45	77	73	84	31					22	39	20	20					99	112	104	51	215	216	217	68	42	A5B3A6	206	94
175	PJN	175	Jl. Songgoriti (Air panas)	160	220/380	09-01-06	19.00	24	25	15	16												24	25	15	16	213	214	212	14	9	A	212	96	
176	SLC	176	Ds. Banaran BAJ	150	220/380	26-12-05	18.38	35	51	15	15					63	48	81	27					98	99	96	42	224	224	222	66	44	C	214	97
177	BTU	177	Jl. Arjuno	160	220/380	01-04-06	19.30	56	138	136	51					43	60	52	25					99	198	188	76	222	222	221	108	67	A4B5A3B4	207	94
178	SLC	178	Jl. Ry. Sidomulyo	160	220/380	19-12-05	20.25	5	14	8	6					65	75	114	46					70	89	122	52	222	225	223	62	39	C18	217	99
179	SLC	179	Wonokoyo Rojo Koyo	250	220/380	26-11-05	20.45									115	118	145	33					115	118	145	33	222	222	222	84	34	A	220	100
180	PJN	180	Kantor Pos Batu	160	220/380	25-01-06	18.15					30	24	31	8					61	47	43	19	89	69	74	26	217	220	220	50	31	B7	214	97

HASIL PENGUKURAN Gardu Malam

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAF0				TGL. UKUR	JAM. UKUR	BEBAN (A M P E R E)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
181	JRJ	181	Ds. Precet	100	220/380	09-01-06	17:45	23	34	12	15					10	21	16	11					33	55	28	26	220	220	220	26	26	D	210	95
182	BTU	182	Panderman Hill	25	220/380	08-01-06	18:04					17	1	6	14					1	12	1	10	18	13	7	24	217	215	220	8	33	B4A7D2C1	211	96
183	BTU	183	Panderman Hill	25	220/380	08-01-06	18:15	10	2	9	6					1	3	0	3					11	5	9	9	222	225	224	6	22	A3B3C3B2	217	99
184	BTU	184	Panderman Hill	25	220/380	08-01-06	18:30					3	2	1	4					9	8	16	17	12	10	17	21	224	227	225	9	35	B1C2D7C1	221	100
185	BTU	185	Panderman Hill	25	220/380	08-01-06	18:45					1	1	0	1					11	5	13	14	12	6	13	15	227	227	225	7	28	D2A3D2A1	221	100
186	BTU	186	Panderman Hill	25	220/380	26-11-05	19:50	6	8	8	5					4	3	4	4					10	11	12	6	230	230	230	8	30	A	228	104
187	BTU	187	Panderman Hill	50	220/380	26-11-05	20:00	3	4	4	3					3	3	5	6					6	7	9	11	226	226	226	5	10	A	222	101
188	PJN	188	Jl. Lesti	160	220/380	10-01-06	21:00	90	75	89	39					31	29	25	14					121	104	114	53	218	221	220	74	46	A7B2	206	94
189	PJN	189	Jl. Kasiman	160	220/380	10-01-06	21:50					85	84	81	34					30	28	26	16	115	112	107	50	222	224	224	74	46	C1C1C2C3D9	210	95
190	W I	190	Jl. Brantas	160	220/380	25-01-06	19:25	55	22	12	28					32	62	80	32					87	84	92	60	226	229	223	59	37		206	94
191	BTU	191	Puri Indah Beji	200	220/380	17-11-05	19:58	94	121	143	26					58	77	34	52					152	198	177	78	224	224	225	118	59	A5D13C1	218	99
192	DNY	192	Alat Alat Pertanian	200	220/380	17-11-05	20:05													33	35	33	3	33	35	33	3	225	225	225	23	11	D	228	104
193	BTU	193	H.Kusuma Agro Wisata	200	220/380	06-11-05	18:30					122	137	150	28									122	137	150	28	217	218	218	89	44	A1	217	99
194	BTU	194	Perum Panorama	100	220/380	28-03-06	19:40	7	11	8	8													7	11	8	8	225	228	227	6	6	A3D4	204	93
195	PJN	195	KOP SAE	160	220/380	01-02-06	19:00	2	53	17	40					55	33	9	32					57	86	26	72	225	221	223	38	24		200	91
196	PJN	196	Dk.Bunder	25	220/380	01-02-06	20:00	42	12	17	23	12	0	0	10									54	12	17	33	206	212	217	17	68		201	91
197	PJN	197	Dk.Ngebrong	25	220/380	06-02-06	18:40																	30	12	34	18	209	214	213	16	64		198	90
198	PJN	198	Pasar Baru - Pujon	100	220/380	30-01-06	18:00	71	99	61	33					6	19	11	12					77	118	72	45	209	209	211	56	56		200	91
199	BTU	199	Kartika (Club Bunga)	200	220/380	06-11-05	18:45					173	177	169	9									173	177	169	9	224	224	224	116	58		220	100
200	PJN	200	Ds. Tanbuh	100	220/380	21-01-06	18:45					0	1	0	1					0	0	1	1	0	1	1	2	219	219	217	0	0	D2A4	213	97

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAF0				TGL. UKUR	JAM UKUR	BEBAN (AMPERE)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG		
		NO. Grd	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N	T-N					
201	PJN	201	Ds. Tanbuh	25	220/380	21-01-06	18:35											0	6	2	4	0	6	2	4	220	219	217	2	7	D5	217	99		
202	PJN	202	Ds. Tanbuh	25	220/380	21-01-06	18:27											0	1	1	1	0	1	1	1	220	210	217	0	2	B5	220	100		
203	BTU	203	Indosiar	160	220/380	23-11-05	18:47																69	62	75	17	222	224	224	46	29	C3	217	99	
204	PJN	204	Dk.Tulungrejo	25	220/380	07-02-06	18:20									24	13	16	7					24	13	16	7	215	216	214	11	46		218	99
205	SLC	205	Junggo TL. Rejo	50	220/380	07-02-06	18:10	31	9	11	24												31	9	11	24	219	221	222	11	22	A	219	100	
206	BTU	206	Day Lawan	25	KOSONG (MODAL MUTASI-2005)																										0	0			0
207	BTU	207	Agrowisata	160	220/380	06-11-05	18:20	96	100	82	36					45	46	38	26					141	146	120	62	228	229	231	93	58	B1A1D16	219	100
208	BTU	208	Indoput	160	220/380	23-11-05	19:00	111	120	96	26												111	120	96	26	216	216	216	71	44		210	95	
209	BTU	209	Jl. Mojorejo	160	220/380	17-11-05	18:30					65	64	56	23					58	57	51	20	123	121	107	43	220	221	219	77	48	A1B2A2B7	210	95
210	SLC	210	Agro Kencana	160	220/380	26-12-05	21:10					25	23	18	6					53	40	35	16	78	63	53	22	225	225	223	44	27	B	217	99
211	BTU	211	R. S. Baktis	160	220/380	06-11-05	18:00									54	50	60	12					54	50	60	12	226	226	226	37	23	B	222	101
212	PJN	212	Dk.Bon Bayi	50	220/380	09-02-06	18:20					21	20	19	9					4	0	0	5	25	20	19	14	217	218	216	14	28		221	100
213	PJN	213	Dk.Dadapan	100	220/380	08-02-06	19:15													56	72	67	19	56	72	67	19	209	210	211	41	41		220	100
214	BTU	214	Jl. Dewisanika	100	220/380	22-11-05	18:05	6	9	19	11					52	98	55	52					58	107	74	63	227	225	225	54	54	B1A1B2C7	217	99
215	WT	215	JL. Sakura	100	220/380	15-11-05	18:25																64	73	44	34	220	222	224	40	40	C4B5	218	99	
216	PJN	216	Dk.Delik	160	220/380	27-01-06	18:30					55	69	52	0					72	73	62	29	127	142	114	29	212	208	211	81	51		220	100
217	PJN	217	Ds. Brau	50	220/380	06-11-05	18:30									28	18	16	22					28	18	16	22	225	225	225	14	28		220	100
218	PJN	218	Ds. Gunungsari	50	220/380	07-11-05	19:05	58	32	27	33					2	5	2	4					60	37	29	37	220	225	226	28	55	A5D4	219	100
219	PJN	219	Ds.Manting	100	220/380	06-02-06	18:45	128	25	49	101													128	25	49	101	209	213	210	42	42		217	99
220	SLC	220	Ds. Binangun. B.A.	100	220/380	26-12-05	18:50					35	41	51	21									35	41	51	21	222	224	223	28	28	D	210	95

HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

BULAN : S/D JANUARI 2006

NO	PENY.	GARDU TRAF0				TGL.	JAM	BEBAN (A M P E R E)																				TEGANGAN (VOLT)			BEBAN TRAF0		TEGANGAN UJUNG		
		NO.	ALAMAT	DAYA (KVA)	TEG. (V)			JURUSAN A				JURUSAN B				JURUSAN C				JURUSAN D				PADA TRAF0				PADA TRAF0			(KVA)	(%)	TITIK TUMPU	V	(%) Thd.Vn
								Grd	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-N	S-N					
221	STU	221	Ds.Sumbersekar Dau	150	220/380	21-01-06	19:30					80	75	134	57									80	75	134	57	219	217	214	63	42	D	210	95
222	STU	222	Jl. Kartika (Jatim Park)	200	220/380	16-02-06	19:10	80	94	72	17													80	94	72	17	229	229	229	56	28	Khusus	229	104
223	PJN	223	Dk.Sobo	50	220/380	06-02-06	19:50					56	21	5	41									56	21	5	41	209	216	214	17	34		218	99
224	STU	224	Jl. Kartika Bunga	100	220/380	26-11-05	20:17	41	29	50	25					34	37	9	117					75	66	59	142	228	228	225	46	46	A3D9	197	90
225	SLC	225	Perum Agro Kencana	100	220/380	26-12-05	21:00	39	32	18	9													39	32	18	9	231	231	230	21	21		217	99
226	STU	226	Panderman Hill	100	220/380	26-11-05	20:25	5	7	7		3	2	3	2									8	9	10	10	230	230	230	6	6	A	228	104
227	SLC	227	Ds. Sumber brantas	100	220/380	22-12-05	20:50	72	55	48	18					12	30	8	14					84	86	56	32	224	227	228	51	51	C3B5C7D2	217	99
228	SLC	228	Kusuma Estate	100	220/380	26-11-05	20:17	6	1	6	3					20	19	27	9					26	20	33	12	231	231	229	18	18		190	86
229	SLC	229	Hotel Wijaya IN	75	220/380	BEBAN KOSONG																									0	0			
230	STU	230	Jatim Park	200	220/380	19-02-06	20:30	2	4	7	6													2	4	7	6	227	227	227	3	1	Khusus	227	103
231	SLC	231	Kompos Bagas Cangar	200	220/380																												Khusus		

Batu, 20 Pebruari 2006

ASMEN TEKNIK

Mengetahui ;
Manajer UP & J

ABDUL WAHID

ALAMSYAH

LAMPIRAN C

**HASIL IMPEDANSI
TEGANGAN
ARUS
ALIRAN DAYA
RUGI-RUGI DAYA
LISTING PROGRAM**

Tabel 4-5
Hasil Impedansi Saluran Penyulang Pujon

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Panjang Saluran	Impedansi Saluran (pu)
1	1	2	580.3	$\begin{bmatrix} 0.4233 + j0.9218 & 0.1096 + j0.3587 & 0.1059 + j0.3127 \\ 0.1096 + j0.3587 & 0.4233 + j0.9218 & 0.1059 + j0.3990 \\ 0.1059 + j0.3127 & 0.1059 + j0.3990 & 0.4163 + j0.9614 \end{bmatrix} 10^{-4}$
2	2	3	1432.6	$\begin{bmatrix} 0.1045 + j0.2276 & 0.0271 + j0.0886 & 0.0262 + j0.0772 \\ 0.0271 + j0.0886 & 0.1045 + j0.2276 & 0.0262 + j0.0985 \\ 0.0262 + j0.0772 & 0.0262 + j0.0985 & 0.1028 + j0.2374 \end{bmatrix} 10^{-3}$
3	3	4	863.9	$\begin{bmatrix} 0.0630 + j0.1372 & 0.0163 + j0.0534 & 0.0158 + j0.0466 \\ 0.0163 + j0.0534 & 0.0630 + j0.1372 & 0.0158 + j0.0594 \\ 0.0158 + j0.0466 & 0.0158 + j0.0594 & 0.0620 + j0.1431 \end{bmatrix} 10^{-3}$
4	4	5	85.4	$\begin{bmatrix} 0.0623 + j0.1357 & 0.0161 + j0.0528 & 0.0156 + j0.0460 \\ 0.0161 + j0.0528 & 0.0623 + j0.1357 & 0.0156 + j0.0587 \\ 0.0156 + j0.0460 & 0.0156 + j0.0587 & 0.0613 + j0.1415 \end{bmatrix} 10^{-4}$
5	4	2	683.3	$\begin{bmatrix} 0.0498 + j0.1085 & 0.0129 + j0.0422 & 0.0125 + j0.0368 \\ 0.0129 + j0.0422 & 0.0498 + j0.1085 & 0.0125 + j0.0470 \\ 0.0125 + j0.0368 & 0.0125 + j0.0470 & 0.0490 + j0.1132 \end{bmatrix} 10^{-3}$
6	6	7	82.8	$\begin{bmatrix} 0.0604 + j0.1315 & 0.0156 + j0.0512 & 0.0151 + j0.0446 \\ 0.0156 + j0.0512 & 0.0604 + j0.1315 & 0.0151 + j0.0569 \\ 0.0151 + j0.0446 & 0.0151 + j0.0569 & 0.0594 + j0.1372 \end{bmatrix} 10^{-4}$
7	7	8	154.4	$\begin{bmatrix} 0.1126 + j0.2453 & 0.0292 + j0.0954 & 0.0282 + j0.0832 \\ 0.0292 + j0.0954 & 0.1126 + j0.2453 & 0.0282 + j0.1062 \\ 0.0282 + j0.0832 & 0.0282 + j0.1062 & 0.1108 + j0.2558 \end{bmatrix} 10^{-4}$
8	8	9	414.5	$\begin{bmatrix} 0.3023 + j0.6584 & 0.0783 + j0.2562 & 0.0757 + j0.2234 \\ 0.0783 + j0.2562 & 0.3023 + j0.6584 & 0.0757 + j0.2850 \\ 0.0757 + j0.2234 & 0.0757 + j0.2850 & 0.2973 + j0.6867 \end{bmatrix} 10^{-4}$
9	9	10	896.5	$\begin{bmatrix} 0.0654 + j0.1424 & 0.0169 + j0.0554 & 0.0164 + j0.0483 \\ 0.0169 + j0.0554 & 0.0654 + j0.1424 & 0.0164 + j0.0616 \\ 0.0164 + j0.0483 & 0.0164 + j0.0616 & 0.0643 + j0.1485 \end{bmatrix} 10^{-3}$
10	10	11	463.5	$\begin{bmatrix} 0.3381 + j0.7363 & 0.0875 + j0.2865 & 0.0846 + j0.2498 \\ 0.0875 + j0.2865 & 0.3381 + j0.7363 & 0.0846 + j0.3187 \\ 0.0846 + j0.2498 & 0.0846 + j0.3187 & 0.3325 + j0.7679 \end{bmatrix} 10^{-4}$
11	11	12	452	$\begin{bmatrix} 0.3297 + j0.7180 & 0.0854 + j0.2794 & 0.0825 + j0.2436 \\ 0.0854 + j0.2794 & 0.3297 + j0.7180 & 0.0825 + j0.3108 \\ 0.0825 + j0.2436 & 0.0825 + j0.3108 & 0.3242 + j0.7489 \end{bmatrix} 10^{-4}$
12	12	13	1424.5	$\begin{bmatrix} 0.1039 + j0.2263 & 0.0269 + j0.0881 & 0.0260 + j0.0768 \\ 0.0269 + j0.0881 & 0.1039 + j0.2263 & 0.0260 + j0.0979 \\ 0.0260 + j0.0768 & 0.0260 + j0.0979 & 0.1022 + j0.2360 \end{bmatrix} 10^{-3}$
13	12	14	1233	$\begin{bmatrix} 0.0899 + j0.1959 & 0.0233 + j0.0762 & 0.0225 + j0.0664 \\ 0.0233 + j0.0762 & 0.0899 + j0.1959 & 0.0225 + j0.0848 \\ 0.0225 + j0.0664 & 0.0225 + j0.0848 & 0.0884 + j0.2043 \end{bmatrix} 10^{-3}$

14	7	15	1244.8	$\begin{bmatrix} 0.0908 + j0.1977 & 0.0235 + j0.0769 & 0.0227 + j0.0671 \\ 0.0235 + j0.0769 & 0.0908 + j0.1977 & 0.0227 + j0.0856 \\ 0.0227 + j0.0671 & 0.0227 + j0.0856 & 0.0893 + j0.2062 \end{bmatrix}$	10^{-3}
15	15	16	90.5	$\begin{bmatrix} 0.0658 + j0.1433 & 0.0170 + j0.0558 & 0.0165 + j0.0486 \\ 0.0170 + j0.0558 & 0.0658 + j0.1433 & 0.0165 + j0.0620 \\ 0.0165 + j0.0486 & 0.0165 + j0.0620 & 0.0647 + j0.1494 \end{bmatrix}$	10^{-4}
16	16	17	20.4	$\begin{bmatrix} 0.1488 + j0.3240 & 0.0385 + j0.1261 & 0.0372 + j0.1099 \\ 0.0385 + j0.1261 & 0.1488 + j0.3240 & 0.0372 + j0.1403 \\ 0.0372 + j0.1099 & 0.0372 + j0.1403 & 0.1463 + j0.3380 \end{bmatrix}$	10^{-5}
17	15	18	338	$\begin{bmatrix} 0.2465 + j0.5369 & 0.0638 + j0.2089 & 0.0617 + j0.1822 \\ 0.0638 + j0.2089 & 0.2465 + j0.5369 & 0.0617 + j0.2324 \\ 0.0617 + j0.1822 & 0.0617 + j0.2324 & 0.2424 + j0.5600 \end{bmatrix}$	10^{-4}
18	18	19	182.2	$\begin{bmatrix} 0.1329 + j0.2894 & 0.0344 + j0.1126 & 0.0333 + j0.0982 \\ 0.0344 + j0.1126 & 0.1329 + j0.2894 & 0.0333 + j0.1253 \\ 0.0333 + j0.0982 & 0.0333 + j0.1253 & 0.1307 + j0.3019 \end{bmatrix}$	10^{-4}
19	18	20	402.8	$\begin{bmatrix} 0.2938 + j0.6398 & 0.0761 + j0.2490 & 0.0735 + j0.2171 \\ 0.0761 + j0.2490 & 0.2938 + j0.6398 & 0.0735 + j0.2770 \\ 0.0735 + j0.2171 & 0.0735 + j0.2770 & 0.2889 + j0.6674 \end{bmatrix}$	10^{-4}
20	18	21	304.3	$\begin{bmatrix} 0.2219 + j0.4834 & 0.0575 + j0.1881 & 0.0556 + j0.1640 \\ 0.0575 + j0.1881 & 0.2219 + j0.4834 & 0.0556 + j0.2092 \\ 0.0556 + j0.1640 & 0.0556 + j0.2092 & 0.2183 + j0.5042 \end{bmatrix}$	10^{-4}
21	21	22	293.7	$\begin{bmatrix} 0.2142 + j0.4665 & 0.0555 + j0.1815 & 0.0536 + j0.1583 \\ 0.0555 + j0.1815 & 0.2142 + j0.4665 & 0.0536 + j0.2019 \\ 0.0536 + j0.1583 & 0.0536 + j0.2019 & 0.2107 + j0.4866 \end{bmatrix}$	10^{-4}
22	21	23	1257.4	$\begin{bmatrix} 0.2142 + j0.4665 & 0.0555 + j0.1815 & 0.0536 + j0.1583 \\ 0.0555 + j0.1815 & 0.2142 + j0.4665 & 0.0536 + j0.2019 \\ 0.0536 + j0.1583 & 0.0536 + j0.2019 & 0.2107 + j0.4866 \end{bmatrix}$	10^{-3}
23	23	24	406.5	$\begin{bmatrix} 0.2965 + j0.6457 & 0.0768 + j0.2513 & 0.0742 + j0.2191 \\ 0.0768 + j0.2513 & 0.2965 + j0.6457 & 0.0742 + j0.2795 \\ 0.0742 + j0.2191 & 0.0742 + j0.2795 & 0.2916 + j0.6735 \end{bmatrix}$	10^{-4}
24	23	25	154.2	$\begin{bmatrix} 0.1125 + j0.2449 & 0.0291 + j0.0953 & 0.0282 + j0.0831 \\ 0.0291 + j0.0953 & 0.1125 + j0.2449 & 0.0282 + j0.1060 \\ 0.0282 + j0.0831 & 0.0282 + j0.1060 & 0.1106 + j0.2555 \end{bmatrix}$	10^{-4}
25	23	26	627.4	$\begin{bmatrix} 0.0458 + j0.0997 & 0.0119 + j0.0388 & 0.0115 + j0.0338 \\ 0.0119 + j0.0388 & 0.0458 + j0.0997 & 0.0115 + j0.0431 \\ 0.0115 + j0.0338 & 0.0115 + j0.0431 & 0.0450 + j0.1039 \end{bmatrix}$	10^{-4}
26	26	27	6.4	$\begin{bmatrix} 0.0467 + j0.1017 & 0.0121 + j0.0396 & 0.0117 + j0.0345 \\ 0.0121 + j0.0396 & 0.0467 + j0.1017 & 0.0117 + j0.0440 \\ 0.0117 + j0.0345 & 0.0117 + j0.0440 & 0.0459 + j0.1060 \end{bmatrix}$	10^{-5}
27	26	28	204.2	$\begin{bmatrix} 0.1489 + j0.3244 & 0.0386 + j0.1262 & 0.0373 + j0.1100 \\ 0.0386 + j0.1262 & 0.1489 + j0.3244 & 0.0373 + j0.1404 \\ 0.0373 + j0.1100 & 0.0373 + j0.1404 & 0.1465 + j0.3383 \end{bmatrix}$	10^{-4}
28	28	29	1145	$\begin{bmatrix} 0.0835 + j0.1819 & 0.0216 + j0.0708 & 0.0209 + j0.0617 \\ 0.0216 + j0.0708 & 0.0835 + j0.1819 & 0.0209 + j0.0787 \\ 0.0209 + j0.0617 & 0.0209 + j0.0787 & 0.0821 + j0.1897 \end{bmatrix}$	10^{-3}

29	23	30	868.2	$\begin{bmatrix} 0.0633 + j0.1379 & 0.0164 + j0.0537 & 0.0159 + j0.0468 \\ 0.0164 + j0.0537 & 0.0633 + j0.1379 & 0.0159 + j0.0597 \\ 0.0159 + j0.0468 & 0.0159 + j0.0597 & 0.0623 + j0.1438 \end{bmatrix}$	10^{-3}
30	30	31	141.2	$\begin{bmatrix} 0.1030 + j0.2243 & 0.0267 + j0.0873 & 0.0258 + j0.0761 \\ 0.0267 + j0.0873 & 0.1030 + j0.2243 & 0.0258 + j0.0971 \\ 0.0258 + j0.0761 & 0.0258 + j0.0971 & 0.1013 + j0.2339 \end{bmatrix}$	10^{-4}
31	31	32	848.8	$\begin{bmatrix} 0.0619 + j0.1348 & 0.0160 + j0.0525 & 0.0155 + j0.0457 \\ 0.0160 + j0.0525 & 0.0619 + j0.1348 & 0.0155 + j0.0584 \\ 0.0155 + j0.0457 & 0.0155 + j0.0584 & 0.0609 + j0.1406 \end{bmatrix}$	10^{-3}
32	31	33	272.5	$\begin{bmatrix} 0.1988 + j0.4329 & 0.0515 + j0.1684 & 0.0497 + j0.1469 \\ 0.0515 + j0.1684 & 0.1988 + j0.4329 & 0.0497 + j0.1874 \\ 0.0497 + j0.1469 & 0.0497 + j0.1874 & 0.1955 + j0.4515 \end{bmatrix}$	10^{-4}
33	33	34	1127.05	$\begin{bmatrix} 0.0822 + j0.1790 & 0.0213 + j0.0697 & 0.0206 + j0.0607 \\ 0.0213 + j0.0697 & 0.0822 + j0.1790 & 0.0206 + j0.0775 \\ 0.0206 + j0.0607 & 0.0206 + j0.0775 & 0.0808 + j0.1867 \end{bmatrix}$	10^{-3}
34	34	35	102.2	$\begin{bmatrix} 0.0745 + j0.1623 & 0.0193 + j0.0632 & 0.0187 + j0.0551 \\ 0.0193 + j0.0632 & 0.0745 + j0.1623 & 0.0187 + j0.0703 \\ 0.0187 + j0.0551 & 0.0187 + j0.0703 & 0.0733 + j0.1693 \end{bmatrix}$	10^{-4}
35	34	36	496.35	$\begin{bmatrix} 0.3620 + j0.7884 & 0.0937 + j0.3068 & 0.0906 + j0.2675 \\ 0.0937 + j0.3068 & 0.3620 + j0.7884 & 0.0906 + j0.3413 \\ 0.0906 + j0.2675 & 0.0906 + j0.3413 & 0.3560 + j0.8221 \end{bmatrix}$	10^{-4}
36	36	37	282.5	$\begin{bmatrix} 0.2060 + j0.4487 & 0.0534 + j0.1746 & 0.0516 + j0.1522 \\ 0.0534 + j0.1746 & 0.2060 + j0.4487 & 0.0516 + j0.1942 \\ 0.0516 + j0.1522 & 0.0516 + j0.1942 & 0.2026 + j0.4680 \end{bmatrix}$	10^{-4}
37	37	38	294.5	$\begin{bmatrix} 0.2148 + j0.4678 & 0.0556 + j0.1820 & 0.0538 + j0.1587 \\ 0.0556 + j0.1820 & 0.2148 + j0.4678 & 0.0538 + j0.2025 \\ 0.0538 + j0.1587 & 0.0538 + j0.2025 & 0.2112 + j0.4879 \end{bmatrix}$	10^{-4}
38	31	39	943.3	$\begin{bmatrix} 0.0688 + j0.1498 & 0.0178 + j0.0583 & 0.0172 + j0.0508 \\ 0.0178 + j0.0583 & 0.0688 + j0.1498 & 0.0172 + j0.0649 \\ 0.0172 + j0.0508 & 0.0172 + j0.0649 & 0.0677 + j0.1563 \end{bmatrix}$	10^{-3}
39	39	40	302.31	$\begin{bmatrix} 0.2205 + j0.4802 & 0.0571 + j0.1869 & 0.0552 + j0.1629 \\ 0.0571 + j0.1869 & 0.2205 + j0.4802 & 0.0552 + j0.2079 \\ 0.0552 + j0.1629 & 0.0552 + j0.2079 & 0.2168 + j0.5009 \end{bmatrix}$	10^{-4}
40	39	41	648.11	$\begin{bmatrix} 0.0473 + j0.1029 & 0.0122 + j0.0401 & 0.0118 + j0.0349 \\ 0.0122 + j0.0401 & 0.0473 + j0.1029 & 0.0118 + j0.0446 \\ 0.0118 + j0.0349 & 0.0118 + j0.0446 & 0.0465 + j0.1074 \end{bmatrix}$	10^{-4}
41	41	42	105.9	$\begin{bmatrix} 0.0772 + j0.1682 & 0.0200 + j0.0655 & 0.0193 + j0.0571 \\ 0.0200 + j0.0655 & 0.0772 + j0.1682 & 0.0193 + j0.0728 \\ 0.0193 + j0.0571 & 0.0193 + j0.0728 & 0.0760 + j0.1755 \end{bmatrix}$	10^{-4}
42	39	43	40.5	$\begin{bmatrix} 0.2954 + j0.6433 & 0.0765 + j0.2503 & 0.0739 + j0.2183 \\ 0.0765 + j0.2503 & 0.2954 + j0.6433 & 0.0739 + j0.2785 \\ 0.0739 + j0.2183 & 0.0739 + j0.2785 & 0.2905 + j0.6710 \end{bmatrix}$	10^{-5}
43	43	44	1653.6	$\begin{bmatrix} 0.1206 + j0.2627 & 0.0312 + j0.1022 & 0.0302 + j0.0891 \\ 0.0312 + j0.1022 & 0.1206 + j0.2627 & 0.0302 + j0.1137 \\ 0.0302 + j0.0891 & 0.0302 + j0.1137 & 0.1186 + j0.2740 \end{bmatrix}$	10^{-3}

44	44	45	785.2	$\begin{bmatrix} 0.0573 + j0.1247 & 0.0148 + j0.0485 & 0.0143 + j0.0423 \\ 0.0148 + j0.0485 & 0.0573 + j0.1247 & 0.0143 + j0.0540 \\ 0.0143 + j0.0423 & 0.0143 + j0.0540 & 0.0563 + j0.1301 \end{bmatrix}$	10^{-3}
45	45	46	335	$\begin{bmatrix} 0.2443 + j0.5321 & 0.0633 + j0.2071 & 0.0612 + j0.1805 \\ 0.0633 + j0.2071 & 0.2443 + j0.5321 & 0.0612 + j0.2303 \\ 0.0612 + j0.1805 & 0.0612 + j0.2303 & 0.2403 + j0.5550 \end{bmatrix}$	10^{-4}
46	46	47	793.2	$\begin{bmatrix} 0.0579 + j0.1260 & 0.0150 + j0.0490 & 0.0145 + j0.0427 \\ 0.0150 + j0.0490 & 0.0579 + j0.1260 & 0.0145 + j0.0545 \\ 0.0145 + j0.0427 & 0.0145 + j0.0545 & 0.0569 + j0.1314 \end{bmatrix}$	10^{-3}
47	47	48	571	$\begin{bmatrix} 0.4165 + j0.9070 & 0.1078 + j0.3530 & 0.1042 + j0.3077 \\ 0.1078 + j0.3530 & 0.4165 + j0.9070 & 0.1042 + j0.3926 \\ 0.1042 + j0.3077 & 0.1042 + j0.3926 & 0.4096 + j0.9460 \end{bmatrix}$	10^{-4}
48	48	49	365.5	$\begin{bmatrix} 0.2666 + j0.5806 & 0.0690 + j0.2259 & 0.0667 + j0.1970 \\ 0.0690 + j0.2259 & 0.2666 + j0.5806 & 0.0667 + j0.2513 \\ 0.0667 + j0.1970 & 0.0667 + j0.2513 & 0.2622 + j0.6056 \end{bmatrix}$	10^{-4}
49	49	50	729.8	$\begin{bmatrix} 0.0532 + j0.1159 & 0.0138 + j0.0451 & 0.0133 + j0.0393 \\ 0.0138 + j0.0451 & 0.0532 + j0.1159 & 0.0133 + j0.0502 \\ 0.0133 + j0.0393 & 0.0133 + j0.0502 & 0.0523 + j0.1209 \end{bmatrix}$	10^{-3}
50	49	51	54.1	$\begin{bmatrix} 0.3946 + j0.8594 & 0.1022 + j0.3344 & 0.0988 + j0.2916 \\ 0.1022 + j0.3344 & 0.3946 + j0.8594 & 0.0988 + j0.3720 \\ 0.0988 + j0.2916 & 0.0988 + j0.3720 & 0.3881 + j0.8963 \end{bmatrix}$	10^{-5}
51	51	52	121.8	$\begin{bmatrix} 0.0888 + j0.1935 & 0.0230 + j0.0753 & 0.0222 + j0.0656 \\ 0.0230 + j0.0753 & 0.0888 + j0.1935 & 0.0222 + j0.0837 \\ 0.0222 + j0.0656 & 0.0222 + j0.0837 & 0.0874 + j0.2018 \end{bmatrix}$	10^{-4}
52	51	53	940.35	$\begin{bmatrix} 0.0686 + j0.1494 & 0.0178 + j0.0581 & 0.0172 + j0.0507 \\ 0.0178 + j0.0581 & 0.0686 + j0.1494 & 0.0172 + j0.0647 \\ 0.0172 + j0.0507 & 0.0172 + j0.0647 & 0.0675 + j0.1558 \end{bmatrix}$	10^{-3}
53	53	54	1715.3	$\begin{bmatrix} 0.1251 + j0.2725 & 0.0324 + j0.1060 & 0.0313 + j0.0924 \\ 0.0324 + j0.1060 & 0.1251 + j0.2725 & 0.0313 + j0.1179 \\ 0.0313 + j0.0924 & 0.0313 + j0.1179 & 0.1230 + j0.2842 \end{bmatrix}$	10^{-3}
54	54	55	1192.7	$\begin{bmatrix} 0.0870 + j0.1895 & 0.0225 + j0.0737 & 0.0218 + j0.0643 \\ 0.0225 + j0.0737 & 0.0870 + j0.1895 & 0.0218 + j0.0820 \\ 0.0218 + j0.0643 & 0.0218 + j0.0820 & 0.0856 + j0.1976 \end{bmatrix}$	10^{-3}
55	55	56	1123.5	$\begin{bmatrix} 0.0819 + j0.1785 & 0.0212 + j0.0694 & 0.0205 + j0.0605 \\ 0.0212 + j0.0694 & 0.0819 + j0.1785 & 0.0205 + j0.0772 \\ 0.0205 + j0.0605 & 0.0205 + j0.0772 & 0.0806 + j0.1861 \end{bmatrix}$	10^{-3}
56	56	57	1353.3	$\begin{bmatrix} 0.0987 + j0.2150 & 0.0256 + j0.0837 & 0.0247 + j0.0729 \\ 0.0256 + j0.0837 & 0.0987 + j0.2150 & 0.0247 + j0.0930 \\ 0.0247 + j0.0729 & 0.0247 + j0.0930 & 0.0971 + j0.2242 \end{bmatrix}$	10^{-3}
57	57	58	1067.1	$\begin{bmatrix} 0.0778 + j0.1695 & 0.0202 + j0.0660 & 0.0195 + j0.0575 \\ 0.0202 + j0.0660 & 0.0778 + j0.1695 & 0.0195 + j0.0734 \\ 0.0195 + j0.0575 & 0.0195 + j0.0734 & 0.0765 + j0.1768 \end{bmatrix}$	10^{-3}
58	56	59	396.5	$\begin{bmatrix} 0.2892 + j0.6298 & 0.0749 + j0.2451 & 0.0724 + j0.2137 \\ 0.0749 + j0.2451 & 0.2892 + j0.6298 & 0.0724 + j0.2726 \\ 0.0724 + j0.2137 & 0.0724 + j0.2726 & 0.2844 + j0.6569 \end{bmatrix}$	10^{-4}

59	59	60	296.8	$\begin{bmatrix} 0.2165 + j0.4715 & 0.0561 + j0.1835 & 0.0542 + j0.1600 \\ 0.0561 + j0.1835 & 0.2165 + j0.4715 & 0.0542 + j0.2041 \\ 0.0542 + j0.1600 & 0.0542 + j0.2041 & 0.2129 + j0.4917 \end{bmatrix}$	10^{-4}
60	59	61	1093.4	$\begin{bmatrix} 0.0797 + j0.1737 & 0.0207 + j0.0676 & 0.0200 + j0.0589 \\ 0.0207 + j0.0676 & 0.0797 + j0.1737 & 0.0200 + j0.0752 \\ 0.0200 + j0.0589 & 0.0200 + j0.0752 & 0.0784 + j0.1812 \end{bmatrix}$	10^{-3}
61	61	62	1162.6	$\begin{bmatrix} 0.0848 + j0.1847 & 0.0220 + j0.0719 & 0.0212 + j0.0627 \\ 0.0220 + j0.0719 & 0.0848 + j0.1847 & 0.0212 + j0.0799 \\ 0.0212 + j0.0627 & 0.0212 + j0.0799 & 0.0834 + j0.1926 \end{bmatrix}$	10^{-3}
62	44	63	497.1	$\begin{bmatrix} 0.3626 + j0.7896 & 0.0939 + j0.3073 & 0.0908 + j0.2679 \\ 0.0939 + j0.3073 & 0.3626 + j0.7896 & 0.0908 + j0.3418 \\ 0.0908 + j0.2679 & 0.0908 + j0.3418 & 0.3566 + j0.8236 \end{bmatrix}$	10^{-4}
63	63	64	570.4	$\begin{bmatrix} 0.4160 + j0.9061 & 0.1077 + j0.3526 & 0.1041 + j0.3074 \\ 0.1077 + j0.3526 & 0.4160 + j0.9061 & 0.1041 + j0.3922 \\ 0.1041 + j0.3074 & 0.1041 + j0.3922 & 0.4092 + j0.9450 \end{bmatrix}$	10^{-4}
64	64	65	907	$\begin{bmatrix} 0.0662 + j0.1441 & 0.0171 + j0.0561 & 0.0166 + j0.0489 \\ 0.0171 + j0.0561 & 0.0662 + j0.1441 & 0.0166 + j0.0624 \\ 0.0166 + j0.0489 & 0.0166 + j0.0624 & 0.0651 + j0.1503 \end{bmatrix}$	10^{-3}
65	65	66	1769.8	$\begin{bmatrix} 0.1291 + j0.2811 & 0.0334 + j0.1094 & 0.0323 + j0.0954 \\ 0.0334 + j0.1094 & 0.1291 + j0.2811 & 0.0323 + j0.1217 \\ 0.0323 + j0.0954 & 0.0323 + j0.1217 & 0.1269 + j0.2932 \end{bmatrix}$	10^{-3}
66	63	67	135.2	$\begin{bmatrix} 0.0986 + j0.2148 & 0.0255 + j0.0836 & 0.0247 + j0.0729 \\ 0.0255 + j0.0836 & 0.0986 + j0.2148 & 0.0247 + j0.0930 \\ 0.0247 + j0.0729 & 0.0247 + j0.0930 & 0.0970 + j0.2240 \end{bmatrix}$	10^{-4}
67	67	68	821.6	$\begin{bmatrix} 0.0599 + j0.1305 & 0.0155 + j0.0508 & 0.0150 + j0.0443 \\ 0.0155 + j0.0508 & 0.0599 + j0.1305 & 0.0150 + j0.0565 \\ 0.0150 + j0.0443 & 0.0150 + j0.0565 & 0.0589 + j0.1361 \end{bmatrix}$	10^{-3}
68	67	69	110.15	$\begin{bmatrix} 0.0803 + j0.1750 & 0.0208 + j0.0681 & 0.0201 + j0.0594 \\ 0.0208 + j0.0681 & 0.0803 + j0.1750 & 0.0201 + j0.0757 \\ 0.0201 + j0.0594 & 0.0201 + j0.0757 & 0.0790 + j0.1825 \end{bmatrix}$	10^{-4}
69	69	70	891.3	$\begin{bmatrix} 0.0650 + j0.1416 & 0.0168 + j0.0551 & 0.0163 + j0.0480 \\ 0.0168 + j0.0551 & 0.0650 + j0.1416 & 0.0163 + j0.0613 \\ 0.0163 + j0.0480 & 0.0163 + j0.0613 & 0.0639 + j0.1477 \end{bmatrix}$	10^{-3}
70	70	71	603.2	$\begin{bmatrix} 0.4400 + j0.9582 & 0.1139 + j0.3729 & 0.1101 + j0.3251 \\ 0.1139 + j0.3729 & 0.4400 + j0.9582 & 0.1101 + j0.4147 \\ 0.1101 + j0.3251 & 0.1101 + j0.4147 & 0.4327 + j0.9994 \end{bmatrix}$	10^{-4}
71	71	72	27.3	$\begin{bmatrix} 0.1991 + 0.4337 & 0.0516 + 0.1687 & 0.0498 + 0.1471 \\ 0.0516 + 0.1687 & 0.1991 + 0.4337 & 0.0498 + 0.1877 \\ 0.0498 + 0.1471 & 0.0498 + 0.1877 & 0.1958 + 0.4523 \end{bmatrix}$	10^{-5}
72	72	73	233.1	$\begin{bmatrix} 0.1700 + j0.3703 & 0.0440 + j0.1441 & 0.0426 + j0.1256 \\ 0.0440 + j0.1441 & 0.1700 + j0.3703 & 0.0426 + j0.1603 \\ 0.0426 + j0.1256 & 0.0426 + j0.1603 & 0.1672 + j0.3862 \end{bmatrix}$	10^{-4}
73	72	74	258.7	$\begin{bmatrix} 0.1887 + j0.4109 & 0.0489 + j0.1599 & 0.0472 + j0.1394 \\ 0.0489 + j0.1599 & 0.1887 + j0.4109 & 0.0472 + j0.1779 \\ 0.0472 + j0.1394 & 0.0472 + j0.1779 & 0.1856 + j0.4286 \end{bmatrix}$	10^{-4}

74	74	75	198.1	$\begin{bmatrix} 0.1445 + j0.3147 & 0.0374 + j0.1225 & 0.0362 + j0.1068 \\ 0.0374 + j0.1225 & 0.1445 + j0.3147 & 0.0362 + j0.1362 \\ 0.0362 + j0.1068 & 0.0362 + j0.1362 & 0.1421 + j0.3282 \end{bmatrix}$	10^{-4}
75	75	76	1538.1	$\begin{bmatrix} 0.1122 + j0.2443 & 0.0291 + j0.0951 & 0.0281 + j0.0829 \\ 0.0291 + j0.0951 & 0.1122 + j0.2443 & 0.0281 + j0.1058 \\ 0.0281 + j0.0829 & 0.0281 + j0.1058 & 0.1103 + j0.2548 \end{bmatrix}$	10^{-3}
76	76	77	381.43	$\begin{bmatrix} 0.2782 + j0.6059 & 0.0720 + j0.2358 & 0.0696 + j0.2056 \\ 0.0720 + j0.2358 & 0.2782 + j0.6059 & 0.0696 + j0.2623 \\ 0.0696 + j0.2056 & 0.0696 + j0.2623 & 0.2736 + j0.6320 \end{bmatrix}$	10^{-4}
77	76	78	472	$\begin{bmatrix} 0.3443 + j0.7498 & 0.0891 + j0.2918 & 0.0862 + j0.2544 \\ 0.0891 + j0.2918 & 0.3443 + j0.7498 & 0.0862 + j0.3245 \\ 0.0862 + j0.2544 & 0.0862 + j0.3245 & 0.3386 + j0.7820 \end{bmatrix}$	10^{-4}
78	78	79	449.6	$\begin{bmatrix} 0.3279 + j0.7142 & 0.0849 + j0.2779 & 0.0821 + j0.2423 \\ 0.0849 + j0.2779 & 0.3279 + j0.7142 & 0.0821 + j0.3091 \\ 0.0821 + j0.2423 & 0.0821 + j0.3091 & 0.3225 + j0.7449 \end{bmatrix}$	10^{-4}
79	79	80	721.4	$\begin{bmatrix} 0.0526 + j0.1146 & 0.0136 + j0.0446 & 0.0132 + j0.0389 \\ 0.0136 + j0.0446 & 0.0526 + j0.1146 & 0.0132 + j0.0496 \\ 0.0132 + j0.0389 & 0.0132 + j0.0496 & 0.0517 + j0.1195 \end{bmatrix}$	10^{-3}
80	80	81	940.5	$\begin{bmatrix} 0.0686 + j0.1494 & 0.0178 + j0.0581 & 0.0172 + j0.0507 \\ 0.0178 + j0.0581 & 0.0686 + j0.1494 & 0.0172 + j0.0647 \\ 0.0172 + j0.0507 & 0.0172 + j0.0647 & 0.0675 + j0.1558 \end{bmatrix}$	10^{-3}
81	81	82	1428.3	$\begin{bmatrix} 0.1042 + j0.2269 & 0.0270 + j0.0883 & 0.0261 + j0.0770 \\ 0.0270 + j0.0883 & 0.1042 + j0.2269 & 0.0261 + j0.0982 \\ 0.0261 + j0.0770 & 0.0261 + j0.0982 & 0.1025 + j0.2366 \end{bmatrix}$	10^{-3}
82	75	83	322.1	$\begin{bmatrix} 0.2349 + j0.5116 & 0.0608 + j0.1991 & 0.0588 + j0.1736 \\ 0.0608 + j0.1991 & 0.2349 + j0.5116 & 0.0588 + j0.2215 \\ 0.0588 + j0.1736 & 0.0588 + j0.2215 & 0.2310 + j0.5337 \end{bmatrix}$	10^{-4}
83	83	84	186.4	$\begin{bmatrix} 0.1360 + j0.2961 & 0.0352 + j0.1152 & 0.0340 + j0.1005 \\ 0.0352 + j0.1152 & 0.1360 + j0.2961 & 0.0340 + j0.1282 \\ 0.0340 + j0.1005 & 0.0340 + j0.1282 & 0.1337 + j0.3088 \end{bmatrix}$	10^{-4}
84	83	85	98.5	$\begin{bmatrix} 0.0718 + j0.1565 & 0.0186 + j0.0609 & 0.0180 + j0.0531 \\ 0.0186 + j0.0609 & 0.0718 + j0.1565 & 0.0180 + j0.0677 \\ 0.0180 + j0.0531 & 0.0180 + j0.0677 & 0.0707 + j0.1632 \end{bmatrix}$	10^{-5}
85	85	86	243.9	$\begin{bmatrix} 0.1779 + j0.3874 & 0.0461 + j0.1508 & 0.0445 + j0.1314 \\ 0.0461 + j0.1508 & 0.1779 + j0.3874 & 0.0445 + j0.1677 \\ 0.0445 + j0.1314 & 0.0445 + j0.1677 & 0.1750 + j0.4041 \end{bmatrix}$	10^{-4}
86	85	87	205.3	$\begin{bmatrix} 0.1497 + j0.3261 & 0.0388 + j0.1269 & 0.0375 + j0.1106 \\ 0.0388 + j0.1269 & 0.1497 + j0.3261 & 0.0375 + j0.1412 \\ 0.0375 + j0.1106 & 0.0375 + j0.1412 & 0.1473 + j0.3401 \end{bmatrix}$	10^{-4}
87	87	88	590.3	$\begin{bmatrix} 0.4306 + j0.9377 & 0.1115 + j0.3649 & 0.1078 + j0.3181 \\ 0.1115 + j0.3649 & 0.4306 + j0.9377 & 0.1078 + j0.4059 \\ 0.1078 + j0.3181 & 0.1078 + j0.4059 & 0.4234 + j0.9780 \end{bmatrix}$	10^{-4}
88	88	89	856.6	$\begin{bmatrix} 0.0625 + j0.1361 & 0.0162 + j0.0529 & 0.0156 + j0.0462 \\ 0.0162 + j0.0529 & 0.0625 + j0.1361 & 0.0156 + j0.0589 \\ 0.0156 + j0.0462 & 0.0156 + j0.0589 & 0.0614 + j0.1419 \end{bmatrix}$	10^{-3}

89	89	90	458.3	$\begin{bmatrix} 0.3343 + j0.7280 & 0.0866 + j0.2833 & 0.0837 + j0.2470 \\ 0.0866 + j0.2833 & 0.3343 + j0.7280 & 0.0837 + j0.3151 \\ 0.0837 + j0.2470 & 0.0837 + j0.3151 & 0.3287 + j0.7593 \end{bmatrix}$	10^{-4}
90	90	91	1162.2	$\begin{bmatrix} 0.0848 + j0.1846 & 0.0220 + j0.0718 & 0.0212 + j0.0626 \\ 0.0220 + j0.0718 & 0.0848 + j0.1846 & 0.0212 + j0.0799 \\ 0.0212 + j0.0626 & 0.0212 + j0.0799 & 0.0834 + j0.1926 \end{bmatrix}$	10^{-3}
91	89	92	207.4	$\begin{bmatrix} 0.1513 + j0.3294 & 0.0392 + j0.1282 & 0.0379 + j0.1118 \\ 0.0392 + j0.1282 & 0.1513 + j0.3294 & 0.0379 + j0.1426 \\ 0.0379 + j0.1118 & 0.0379 + j0.1426 & 0.1488 + j0.3436 \end{bmatrix}$	10^{-4}
92	92	93	1061.5	$\begin{bmatrix} 0.0774 + j0.1686 & 0.0200 + j0.0656 & 0.0194 + j0.0572 \\ 0.0200 + j0.0656 & 0.0774 + j0.1686 & 0.0194 + j0.0730 \\ 0.0194 + j0.0572 & 0.0194 + j0.0730 & 0.0761 + j0.1759 \end{bmatrix}$	10^{-3}
93	93	94	1321.52	$\begin{bmatrix} 0.0964 + j0.2099 & 0.0250 + j0.0817 & 0.0241 + j0.0712 \\ 0.0250 + j0.0817 & 0.0964 + j0.2099 & 0.0241 + j0.0909 \\ 0.0241 + j0.0712 & 0.0241 + j0.0909 & 0.0948 + j0.2189 \end{bmatrix}$	10^{-3}
94	93	95	385.1	$\begin{bmatrix} 0.2809 + j0.6117 & 0.0727 + j0.2380 & 0.0703 + j0.2075 \\ 0.0727 + j0.2380 & 0.2809 + j0.6117 & 0.0703 + j0.2648 \\ 0.0703 + j0.2075 & 0.0703 + j0.2648 & 0.2762 + j0.6380 \end{bmatrix}$	10^{-4}
95	95	96	478.3	$\begin{bmatrix} 0.3489 + j0.7598 & 0.0903 + j0.2957 & 0.0873 + j0.2578 \\ 0.0903 + j0.2957 & 0.3489 + j0.7598 & 0.0873 + j0.3289 \\ 0.0873 + j0.2578 & 0.0873 + j0.3289 & 0.3431 + j0.7924 \end{bmatrix}$	10^{-4}
96	95	97	332.6	$\begin{bmatrix} 0.2426 + j0.5283 & 0.0628 + j0.2056 & 0.0607 + j0.1792 \\ 0.0628 + j0.2056 & 0.2426 + j0.5283 & 0.0607 + j0.2287 \\ 0.0607 + j0.1792 & 0.0607 + j0.2287 & 0.2386 + j0.5511 \end{bmatrix}$	10^{-4}
97	97	98	1161.5	$\begin{bmatrix} 0.0847 + j0.1845 & 0.0219 + j0.0718 & 0.0212 + j0.0626 \\ 0.0219 + j0.0718 & 0.0847 + j0.1845 & 0.0212 + j0.0799 \\ 0.0212 + j0.0626 & 0.0212 + j0.0799 & 0.0833 + j0.1924 \end{bmatrix}$	10^{-3}
98	98	99	100.4	$\begin{bmatrix} 0.0732 + j0.1595 & 0.0190 + j0.0621 & 0.0183 + j0.0541 \\ 0.0190 + j0.0621 & 0.0732 + j0.1595 & 0.0183 + j0.0690 \\ 0.0183 + j0.0541 & 0.0183 + j0.0690 & 0.0720 + j0.1663 \end{bmatrix}$	10^{-4}
99	99	100	785.8	$\begin{bmatrix} 0.0573 + j0.1248 & 0.0148 + j0.0486 & 0.0143 + j0.0423 \\ 0.0148 + j0.0486 & 0.0573 + j0.1248 & 0.0143 + j0.0540 \\ 0.0143 + j0.0423 & 0.0143 + j0.0540 & 0.0564 + j0.1302 \end{bmatrix}$	10^{-3}
100	100	101	285.3	$\begin{bmatrix} 0.2081 + j0.4532 & 0.0539 + j0.1764 & 0.0521 + j0.1538 \\ 0.0539 + j0.1764 & 0.2081 + j0.4532 & 0.0521 + j0.1962 \\ 0.0521 + j0.1538 & 0.0521 + j0.1962 & 0.2046 + j0.4727 \end{bmatrix}$	10^{-4}

Tabel 4-6
KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN TIAP NODE
PENYULANG PUJON METODE MATRIK BIBC DAN BCBV

Tegangan Tiap Node

No	R		S		T	
	absV	sudV	absV	sudV	absV	sudV
1	1.00000	0.00000	1.00000	120.00000	1.00000	240.00000
2	0.99851	-0.12776	0.99854	119.87301	0.99878	239.89735
3	0.99742	-0.22231	0.99746	119.77907	0.99789	239.82143
4	0.99529	-0.40651	0.99536	119.59554	0.99615	239.67351
5	0.99529	-0.40668	0.99536	119.59538	0.99615	239.67338
6	0.99364	-0.55146	0.99373	119.45109	0.99480	239.55719
7	0.99344	-0.56889	0.99353	119.43378	0.99463	239.54322
8	0.99340	-0.57243	0.99350	119.43045	0.99460	239.54041
9	0.99330	-0.58123	0.99341	119.42234	0.99452	239.53346
10	0.99315	-0.59556	0.99326	119.40938	0.99440	239.52216
11	0.99310	-0.59968	0.99323	119.40606	0.99436	239.51899
12	0.99307	-0.60199	0.99320	119.40390	0.99434	239.51716
13	0.99301	-0.60770	0.99314	119.39857	0.99429	239.51263
14	0.99306	-0.60335	0.99319	119.40262	0.99433	239.51608
15	0.99078	-0.80295	0.99091	119.19979	0.99245	239.35544
16	0.99078	-0.80351	0.99090	119.19919	0.99245	239.35498
17	0.99077	-0.80362	0.99090	119.19908	0.99245	239.35490
18	0.99008	-0.86538	0.99021	119.13755	0.99188	239.30550
19	0.99007	-0.86583	0.99021	119.13703	0.99187	239.30513
20	0.99006	-0.86677	0.99020	119.13617	0.99186	239.30439
21	0.98947	-0.91923	0.98962	119.08397	0.99138	239.26238
22	0.98946	-0.92032	0.98960	119.08285	0.99137	239.26150
23	0.98703	-1.13761	0.98722	118.86680	0.98938	239.08759
24	0.98698	-1.14153	0.98717	118.86288	0.98934	239.08444
25	0.98702	-1.13846	0.98721	118.86593	0.98937	239.08691
26	0.98694	-1.14563	0.98714	118.86030	0.98931	239.08145
27	0.98694	-1.14568	0.98714	118.86027	0.98931	239.08142
28	0.98692	-1.14691	0.98713	118.85928	0.98930	239.08048
29	0.98686	-1.15245	0.98708	118.85499	0.98925	239.07629
30	0.98558	-1.26720	0.98579	118.73627	0.98819	238.98387
31	0.98535	-1.28799	0.98556	118.71530	0.98800	238.96721
32	0.98534	-1.28968	0.98554	118.71380	0.98799	238.96590
33	0.98533	-1.29042	0.98553	118.71288	0.98798	238.96528
34	0.98529	-1.29368	0.98550	118.70964	0.98795	238.96270
35	0.98529	-1.29395	0.98549	118.70938	0.98795	238.96248
36	0.98529	-1.29369	0.98549	118.70960	0.98795	238.96269
37	0.98529	-1.29370	0.98549	118.70958	0.98795	238.96268
38	0.98529	-1.29370	0.98549	118.70958	0.98795	238.96268
39	0.98393	-1.41740	0.98414	118.58448	0.98682	238.86343
40	0.98392	-1.41750	0.98413	118.58433	0.98682	238.86334
41	0.98390	-1.41984	0.98411	118.58200	0.98680	238.86147
42	0.98390	-1.41992	0.98411	118.58194	0.98680	238.86141
43	0.98387	-1.42280	0.98408	118.57903	0.98678	238.85910
44	0.98152	-1.63703	0.98177	118.36445	0.98484	238.68774
45	0.98122	-1.66535	0.98145	118.33300	0.98459	238.66459
46	0.98110	-1.67618	0.98133	118.32084	0.98450	238.65572

47	0.98086	-1.69924	0.98109	118.29537	0.98430	238.63689
48	0.98071	-1.71401	0.98093	118.27874	0.98417	238.62478
49	0.98062	-1.72174	0.98084	118.27078	0.98410	238.61857
50	0.98061	-1.72306	0.98082	118.26931	0.98408	238.61749
51	0.98061	-1.72278	0.98083	118.26971	0.98409	238.61773
52	0.98061	-1.72296	0.98083	118.26951	0.98409	238.61759
53	0.98043	-1.73953	0.98064	118.25260	0.98394	238.60429
54	0.98019	-1.76126	0.98040	118.23073	0.98374	238.58691
55	0.98005	-1.77456	0.98027	118.21820	0.98362	238.57647
56	0.97996	-1.78264	0.98018	118.21026	0.98355	238.57009
57	0.97992	-1.78602	0.98014	118.20713	0.98352	238.56744
58	0.97991	-1.78677	0.98014	118.20647	0.98351	238.56686
59	0.97994	-1.78442	0.98016	118.20845	0.98353	238.56866
60	0.97993	-1.78528	0.98015	118.20761	0.98353	238.56798
61	0.97992	-1.78614	0.98014	118.20658	0.98352	238.56726
62	0.97991	-1.78695	0.98013	118.20586	0.98351	238.56663
63	0.98101	-1.68370	0.98127	118.31967	0.98442	238.65075
64	0.98096	-1.68818	0.98122	118.31475	0.98438	238.64710
65	0.98089	-1.69392	0.98116	118.30879	0.98433	238.64248
66	0.98088	-1.69530	0.98114	118.30765	0.98432	238.64141
67	0.98088	-1.69533	0.98115	118.30864	0.98432	238.64155
68	0.98087	-1.69594	0.98115	118.30809	0.98431	238.64108
69	0.98077	-1.70517	0.98105	118.29935	0.98423	238.63383
70	0.97996	-1.77892	0.98028	118.22945	0.98357	238.57595
71	0.97943	-1.82689	0.97978	118.18394	0.98315	238.53831
72	0.97941	-1.82894	0.97976	118.18199	0.98313	238.53670
73	0.97941	-1.82951	0.97975	118.18142	0.98312	238.53625
74	0.97921	-1.84768	0.97956	118.16415	0.98296	238.52198
75	0.97906	-1.86091	0.97942	118.15161	0.98284	238.51160
76	0.97868	-1.89603	0.97907	118.11950	0.98253	238.48422
77	0.97866	-1.89764	0.97906	118.11810	0.98252	238.48298
78	0.97859	-1.90443	0.97899	118.11171	0.98246	238.47761
79	0.97853	-1.91010	0.97893	118.10660	0.98241	238.47317
80	0.97846	-1.91654	0.97886	118.10049	0.98235	238.46812
81	0.97839	-1.92274	0.97880	118.09454	0.98230	238.46325
82	0.97833	-1.92852	0.97874	118.08887	0.98225	238.45868
83	0.97891	-1.87445	0.97928	118.13852	0.98272	238.50087
84	0.97891	-1.87476	0.97928	118.13829	0.98272	238.50064
85	0.97887	-1.87862	0.97924	118.13446	0.98268	238.49758
86	0.97886	-1.87919	0.97923	118.13384	0.98268	238.49712
87	0.97878	-1.88685	0.97915	118.12652	0.98261	238.49111
88	0.97856	-1.90701	0.97894	118.10721	0.98243	238.47527
89	0.97829	-1.93150	0.97868	118.08348	0.98221	238.45599
90	0.97828	-1.93295	0.97867	118.08229	0.98220	238.45489
91	0.97826	-1.93435	0.97865	118.08078	0.98219	238.45376
92	0.97823	-1.93678	0.97862	118.07828	0.98217	238.45182
93	0.97798	-1.96041	0.97837	118.05502	0.98195	238.43301
94	0.97796	-1.96231	0.97835	118.05373	0.98194	238.43160
95	0.97789	-1.96854	0.97828	118.04685	0.98188	238.42653
96	0.97788	-1.96900	0.97827	118.04635	0.98188	238.42615
97	0.97782	-1.97523	0.97821	118.04015	0.98182	238.42120
98	0.97764	-1.99169	0.97803	118.02376	0.98167	238.40807
99	0.97762	-1.99281	0.97802	118.02269	0.98166	238.40718
100	0.97756	-1.99918	0.97794	118.01592	0.98161	238.40209
101	0.97754	-2.00067	0.97793	118.01445	0.98159	238.40092

Tabel 4-7
BESAR ARUS TIAP SALURAN PENYULANG PUJON
METODE MATRIK BIBC DAN BCBV

Arus Saluran

Saluran from to		R		S		T	
		re	im	re	im	re	im
1	2	70.903	-44.491	65.442	-40.056	36.161	-22.459
2	3	70.232	-44.091	64.752	-39.643	35.818	-22.255
3	4	68.187	-42.867	63.313	-38.783	34.776	-21.632
4	5	0.615	-0.371	0.539	-0.325	0.314	-0.189
4	6	0.615	-0.371	0.539	-0.325	0.314	-0.189
6	7	67.023	-42.163	61.780	-37.855	34.181	-21.274
7	8	7.507	-4.561	6.053	-3.668	3.831	-2.316
7	15	7.507	-4.561	6.053	-3.668	3.831	-2.316
8	9	7.014	-4.261	5.362	-3.248	3.580	-2.164
9	10	5.329	-3.238	3.890	-2.363	2.720	-1.645
10	11	3.105	-1.887	1.666	-1.012	1.584	-0.958
11	12	1.676	-1.018	1.335	-0.811	0.855	-0.517
12	13	1.316	-0.799	1.041	-0.633	0.671	-0.406
12	14	1.316	-0.799	1.041	-0.633	0.671	-0.406
15	16	1.891	-1.143	2.064	-1.264	0.952	-0.579
15	18	1.891	-1.143	2.064	-1.264	0.952	-0.579
16	17	1.496	-0.916	1.685	-1.032	0.763	-0.465
18	19	0.701	-0.430	0.947	-0.581	0.357	-0.218
18	20	0.701	-0.430	0.947	-0.581	0.357	-0.218
18	21	0.701	-0.430	0.947	-0.581	0.357	-0.218
21	22	1.146	-0.705	1.126	-0.693	0.585	-0.357
21	23	1.146	-0.705	1.126	-0.693	0.585	-0.357
23	24	3.021	-1.875	2.831	-1.757	1.542	-0.948
23	25	3.021	-1.875	2.831	-1.757	1.542	-0.948
23	26	3.021	-1.875	2.831	-1.757	1.542	-0.948
23	30	3.021	-1.875	2.831	-1.757	1.542	-0.948
26	27	2.131	-1.323	1.231	-0.764	1.087	-0.669
26	28	2.131	-1.323	1.231	-0.764	1.087	-0.669
28	29	1.553	-0.964	0.776	-0.482	0.792	-0.488
30	31	45.733	-29.095	43.798	-26.820	23.330	-14.652
31	32	0.616	-0.384	0.435	-0.272	0.314	-0.194
31	33	0.616	-0.384	0.435	-0.272	0.314	-0.194
31	39	0.616	-0.384	0.435	-0.272	0.314	-0.194
33	34	0.852	-0.532	0.786	-0.490	0.435	-0.269
34	35	0.852	-0.532	0.748	-0.467	0.435	-0.269
34	36	0.852	-0.532	0.748	-0.467	0.435	-0.269
36	37	0.000	0.000	0.029	-0.017	0.000	0.000
37	38	0.000	0.000	0.010	-0.006	0.000	0.000
39	40	0.066	-0.042	0.199	-0.125	0.034	-0.021
39	41	0.066	-0.042	0.199	-0.125	0.034	-0.021
39	43	0.066	-0.042	0.199	-0.125	0.034	-0.021
41	42	0.227	-0.142	0.142	-0.089	0.116	-0.072
43	44	40.184	-25.624	37.833	-23.087	20.497	-12.899
44	45	10.492	-6.663	12.674	-7.031	5.356	-3.355
44	63	10.492	-6.663	12.674	-7.031	5.356	-3.355
45	46	9.346	-5.938	11.556	-6.324	4.771	-2.990
46	47	8.475	-5.385	10.117	-5.412	4.326	-2.712

47	48	7.453	-4.737	9.293	-4.889	3.804	-2.385
48	49	6.421	-4.082	6.486	-4.124	3.277	-2.055
49	50	0.531	-0.337	0.635	-0.403	0.271	-0.170
49	51	0.531	-0.337	0.635	-0.403	0.271	-0.170
51	52	0.445	-0.283	0.483	-0.307	0.227	-0.142
51	53	0.445	-0.283	0.483	-0.307	0.227	-0.142
53	54	3.901	-2.482	3.712	-2.361	1.991	-1.249
54	55	3.390	-2.157	2.765	-1.759	1.730	-1.086
55	56	2.140	-1.362	1.932	-1.229	1.092	-0.685
56	57	0.767	-0.488	0.596	-0.379	0.392	-0.246
56	59	0.767	-0.488	0.596	-0.379	0.392	-0.246
57	58	0.227	-0.144	0.161	-0.103	0.116	-0.073
59	60	0.909	-0.579	0.805	-0.512	0.464	-0.291
59	61	0.909	-0.579	0.805	-0.512	0.464	-0.291
61	62	0.227	-0.144	0.161	-0.103	0.116	-0.073
63	64	2.311	-1.465	2.689	-1.705	1.180	-0.738
63	67	2.311	-1.465	2.689	-1.705	1.180	-0.738
64	65	1.913	-1.213	1.970	-1.249	0.976	-0.611
65	66	0.265	-0.168	0.152	-0.096	0.135	-0.084
67	68	0.237	-0.150	0.180	-0.114	0.121	-0.076
67	69	0.237	-0.150	0.180	-0.114	0.121	-0.076
69	70	25.098	-16.048	20.775	-13.277	12.797	-8.076
70	71	24.065	-15.391	19.970	-12.765	12.270	-7.746
71	72	22.597	-14.456	18.985	-12.137	11.521	-7.275
72	73	0.729	-0.465	0.682	-0.434	0.369	-0.234
72	74	0.729	-0.465	0.682	-0.434	0.369	-0.234
74	75	20.201	-12.928	16.713	-10.689	10.302	-6.501
75	76	7.018	-4.488	5.322	-3.400	3.583	-2.257
75	83	7.018	-4.488	5.322	-3.400	3.583	-2.257
76	77	1.326	-0.847	0.890	-0.568	0.677	-0.426
76	78	1.326	-0.847	0.890	-0.568	0.677	-0.426
78	79	4.091	-2.617	2.954	-1.888	2.089	-1.317
79	80	2.690	-1.721	2.244	-1.434	1.373	-0.866
80	81	1.979	-1.267	1.686	-1.077	1.010	-0.637
81	82	1.203	-0.770	1.080	-0.690	0.614	-0.387
83	84	0.540	-0.345	0.246	-0.157	0.275	-0.174
83	85	0.540	-0.345	0.246	-0.157	0.275	-0.174
85	86	0.644	-0.411	0.758	-0.483	0.329	-0.207
85	87	0.644	-0.411	0.758	-0.483	0.329	-0.207
87	88	10.266	-6.577	8.721	-5.585	5.230	-3.307
88	89	8.543	-5.476	7.461	-4.780	4.350	-2.752
89	90	1.013	-0.648	0.597	-0.381	0.507	-0.326
89	92	1.013	-0.648	0.597	-0.381	0.507	-0.326
90	91	0.341	-0.218	0.379	-0.242	0.174	-0.110
92	93	6.905	-4.427	6.230	-3.993	3.524	-2.225
93	94	0.512	-0.328	0.161	-0.103	0.261	-0.165
93	95	0.512	-0.328	0.161	-0.103	0.261	-0.165
95	96	0.284	-0.182	0.322	-0.206	0.145	-0.092
95	97	0.284	-0.182	0.322	-0.206	0.145	-0.092
97	98	4.366	-2.800	4.052	-2.598	2.229	-1.408
98	99	3.476	-2.230	2.926	-1.876	1.774	-1.120
99	100	2.264	-1.452	2.462	-1.579	1.155	-0.730
100	101	1.506	-0.966	1.392	-0.892	0.769	-0.486

Tabel 4-9
BESAR ALIRAN DAYA TIAP SALURAN PENYULANG PUJON
METODE MATRIK BIBC DAN BCBV

Aliran Daya Aktif dan Daya Reaktif

Saluran		R		S		T	
from	to	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1417.931	885.342	1308.697	797.040	723.141	447.338
2	3	1404.404	874.093	1294.779	785.866	716.235	441.922
3	4	1363.353	843.657	1265.813	763.142	695.280	427.011
4	5	12.300	7.300	10.780	6.400	6.280	3.720
4	6	12.300	7.300	10.780	6.400	6.280	3.720
6	7	1339.926	824.468	1234.984	740.030	683.309	417.762
7	8	150.042	89.126	120.982	71.680	76.571	45.461
7	15	150.042	89.126	120.982	71.680	76.571	45.461
8	9	140.201	83.227	107.171	63.460	71.551	42.469
9	10	106.520	63.210	77.760	46.146	54.360	32.254
10	11	62.060	36.825	33.300	19.764	31.670	18.792
11	12	33.490	19.873	26.680	15.832	17.090	10.141
12	13	26.300	15.600	20.810	12.350	13.420	7.960
12	14	26.300	15.600	20.810	12.350	13.420	7.960
15	16	37.780	22.119	41.250	24.469	19.020	11.280
15	18	37.780	22.119	41.250	24.469	19.020	11.280
16	17	29.890	17.739	33.680	19.979	15.250	9.050
18	19	14.000	8.310	18.920	11.230	7.140	4.240
18	20	14.000	8.310	18.920	11.230	7.140	4.240
18	21	14.000	8.310	18.920	11.230	7.140	4.240
21	22	22.890	13.579	22.510	13.360	11.680	6.930
21	23	22.890	13.579	22.510	13.360	11.680	6.930
23	24	60.350	35.808	56.570	33.568	30.800	18.269
23	25	60.350	35.808	56.570	33.568	30.800	18.269
23	26	60.350	35.808	56.570	33.568	30.800	18.269
23	30	60.350	35.808	56.570	33.568	30.800	18.269
26	27	42.570	25.259	24.600	14.589	21.720	12.890
26	28	42.570	25.259	24.600	14.589	21.720	12.890
28	29	31.030	18.409	15.510	9.210	15.830	9.400
30	31	913.930	552.977	874.950	509.158	466.143	281.171
31	32	12.300	7.300	8.700	5.160	6.280	3.720
31	33	12.300	7.300	8.700	5.160	6.280	3.720
31	39	12.300	7.300	8.700	5.160	6.280	3.720
33	34	17.030	10.100	15.710	9.310	8.690	5.160
34	35	17.030	10.099	14.950	8.870	8.690	5.160
34	36	17.030	10.099	14.950	8.870	8.690	5.160
36	37	0.000	0.000	0.570	0.330	0.000	0.000
37	38	0.000	0.000	0.190	0.110	0.000	0.000
39	40	1.320	0.790	3.970	2.360	0.680	0.400
39	41	1.320	0.790	3.970	2.360	0.680	0.400
39	43	1.320	0.790	3.970	2.360	0.680	0.400
41	42	4.540	2.690	2.840	1.680	2.320	1.370
43	44	802.869	480.268	755.498	431.935	409.440	244.754
44	45	209.617	124.719	252.687	130.724	106.974	63.597
44	63	209.617	124.719	252.687	130.724	106.974	63.597
45	46	186.726	111.092	230.354	117.412	95.294	56.647

46	47	169.325	100.670	201.587	100.238	86.413	51.339
47	48	148.894	88.498	185.124	90.401	75.983	45.127
48	49	128.274	76.235	129.614	77.018	65.462	38.878
49	50	10.600	6.290	12.680	7.519	5.410	3.210
49	51	10.600	6.290	12.680	7.519	5.410	3.210
51	52	8.890	5.280	9.650	5.730	4.540	2.690
51	53	8.890	5.280	9.650	5.730	4.540	2.690
53	54	77.941	46.280	74.171	44.034	39.771	23.602
54	55	67.720	40.198	55.250	32.788	34.560	20.504
55	56	42.750	25.371	38.600	22.901	21.820	12.941
56	57	15.320	9.089	11.920	7.069	7.820	4.640
56	59	15.320	9.089	11.920	7.069	7.820	4.640
57	58	4.540	2.690	3.220	1.910	2.320	1.370
59	60	18.160	10.779	16.080	9.539	9.270	5.500
59	61	18.160	10.779	16.080	9.539	9.270	5.500
61	62	4.540	2.690	3.220	1.910	2.320	1.370
63	64	46.170	27.393	53.740	31.883	23.560	13.981
63	67	46.170	27.393	53.740	31.883	23.560	13.981
64	65	38.220	22.668	39.360	23.348	19.500	11.569
65	66	5.300	3.140	3.030	1.800	2.700	1.600
67	68	4.730	2.810	3.590	2.130	2.410	1.430
67	69	4.730	2.810	3.590	2.130	2.410	1.430
69	70	501.421	299.107	415.153	247.587	255.610	152.567
70	71	480.783	286.312	399.058	237.610	245.080	146.103
71	72	451.452	268.891	379.378	225.913	230.119	137.214
72	73	14.570	8.639	13.620	8.079	7.370	4.410
72	74	14.570	8.639	13.620	8.079	7.370	4.410
74	75	403.572	240.167	333.959	198.716	205.753	122.494
75	76	140.191	83.245	106.331	63.113	71.551	42.479
75	83	140.191	83.245	106.331	63.113	71.551	42.479
76	77	26.490	15.719	17.780	10.549	13.520	8.019
76	78	26.490	15.719	17.780	10.549	13.520	8.019
78	79	81.730	48.523	59.030	35.031	41.710	24.766
79	80	53.730	31.896	44.840	26.605	27.420	16.283
80	81	39.540	23.471	33.680	19.981	20.180	11.981
81	82	24.030	14.259	21.570	12.799	12.260	7.280
83	84	10.780	6.409	4.920	2.920	5.500	3.270
83	85	10.780	6.409	4.920	2.920	5.500	3.270
85	86	12.870	7.629	15.140	8.979	6.570	3.900
85	87	12.870	7.629	15.140	8.979	6.570	3.900
87	88	205.099	121.968	174.258	103.649	104.455	62.214
88	89	170.666	101.439	149.095	88.635	86.883	51.744
89	90	20.240	12.009	11.920	7.070	10.130	6.130
89	92	20.240	12.009	11.920	7.070	10.130	6.130
90	91	6.810	4.040	7.570	4.490	3.480	2.060
92	93	137.933	81.922	124.493	73.958	70.382	41.794
93	94	10.220	6.059	3.220	1.910	5.210	3.090
93	95	10.220	6.059	3.220	1.910	5.210	3.090
95	96	5.680	3.370	6.430	3.820	2.900	1.720
95	97	5.680	3.370	6.430	3.820	2.900	1.720
97	98	87.220	51.755	80.970	48.056	44.510	26.412
98	99	69.440	41.204	58.460	34.696	35.430	21.022
99	100	45.220	26.829	49.190	29.188	23.070	13.690
100	101	30.080	17.848	27.810	16.499	15.350	9.109

Tabel 4-10
RUGI-RUGI SALURAN PENYULANG PUJON
METODE MATRIK BIBC DAN BCBV

Rugi-rugi Daya Saluran

Saluran		R		S		T	
from	to	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	4.09413	1.83142	3.69344	1.72126	1.68373	0.74758
2	3	2.99531	1.33786	2.69767	1.25575	1.23162	0.54615
3	4	5.65408	2.51820	5.13967	2.38991	2.32570	1.02882
4	5	0.00004	0.00002	0.00004	0.00002	0.00002	0.00001
4	6	0.00004	0.00002	0.00004	0.00002	0.00002	0.00001
6	7	0.52300	0.23269	0.47048	0.21863	0.21498	0.09501
7	8	0.01153	0.00554	0.00875	0.00420	0.00472	0.00223
7	15	0.01153	0.00554	0.00875	0.00420	0.00472	0.00223
8	9	0.02674	0.01286	0.01885	0.00904	0.01090	0.00514
9	10	0.03312	0.01591	0.02194	0.01046	0.01346	0.00634
10	11	0.00553	0.00266	0.00241	0.00114	0.00220	0.00104
11	12	0.00168	0.00081	0.00125	0.00060	0.00069	0.00032
12	13	0.00326	0.00156	0.00241	0.00115	0.00133	0.00063
12	14	0.00326	0.00156	0.00241	0.00115	0.00133	0.00063
15	16	0.00046	0.00022	0.00054	0.00025	0.00019	0.00009
15	18	0.00046	0.00022	0.00054	0.00025	0.00019	0.00009
16	17	0.00007	0.00003	0.00008	0.00004	0.00003	0.00001
18	19	0.00014	0.00006	0.00022	0.00010	0.00006	0.00003
18	20	0.00014	0.00006	0.00022	0.00010	0.00006	0.00003
18	21	0.00014	0.00006	0.00022	0.00010	0.00006	0.00003
21	22	0.00055	0.00025	0.00055	0.00026	0.00023	0.00010
21	23	0.00055	0.00025	0.00055	0.00026	0.00023	0.00010
23	24	0.00518	0.00236	0.00486	0.00222	0.00214	0.00096
23	25	0.00518	0.00236	0.00486	0.00222	0.00214	0.00096
23	26	0.00518	0.00236	0.00486	0.00222	0.00214	0.00096
23	30	0.00518	0.00236	0.00486	0.00222	0.00214	0.00096
26	27	0.00004	0.00002	0.00002	0.00001	0.00002	0.00001
26	28	0.00004	0.00002	0.00002	0.00001	0.00002	0.00001
28	29	0.00375	0.00172	0.00147	0.00066	0.00147	0.00066
30	31	0.42284	0.18361	0.39801	0.18450	0.17406	0.07545
31	32	0.00046	0.00021	0.00029	0.00013	0.00018	0.00008
31	33	0.00046	0.00021	0.00029	0.00013	0.00018	0.00008
31	39	0.00046	0.00021	0.00029	0.00013	0.00018	0.00008
33	34	0.00122	0.00055	0.00112	0.00050	0.00050	0.00022
34	35	0.00010	0.00005	0.00009	0.00004	0.00004	0.00002
34	36	0.00010	0.00005	0.00009	0.00004	0.00004	0.00002
36	37	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
37	38	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
39	40	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000
39	41	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000
39	43	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000
41	42	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
43	44	3.81502	1.64861	3.49269	1.62594	1.56737	0.67691
44	45	0.12937	0.05806	0.15784	0.08799	0.05412	0.02455
44	63	0.12937	0.05806	0.15784	0.08799	0.05412	0.02455
45	46	0.04401	0.01983	0.05495	0.03137	0.01844	0.00841

46	47	0.08471	0.03837	0.09911	0.05856	0.03535	0.01624
47	48	0.04761	0.02168	0.05855	0.03559	0.01993	0.00922
48	49	0.02192	0.00943	0.02282	0.00984	0.00908	0.00389
49	50	0.00031	0.00013	0.00041	0.00018	0.00013	0.00006
49	51	0.00031	0.00013	0.00041	0.00018	0.00013	0.00006
51	52	0.00004	0.00002	0.00004	0.00002	0.00001	0.00001
51	53	0.00004	0.00002	0.00004	0.00002	0.00001	0.00001
53	54	0.03748	0.01608	0.03588	0.01540	0.01544	0.00660
54	55	0.01993	0.00856	0.01535	0.00656	0.00806	0.00344
55	56	0.00764	0.00328	0.00678	0.00291	0.00311	0.00133
56	57	0.00115	0.00049	0.00083	0.00035	0.00046	0.00020
56	59	0.00115	0.00049	0.00083	0.00035	0.00046	0.00020
57	58	0.00007	0.00003	0.00005	0.00002	0.00003	0.00001
59	60	0.00035	0.00015	0.00030	0.00013	0.00014	0.00006
59	61	0.00035	0.00015	0.00030	0.00013	0.00014	0.00006
61	62	0.00008	0.00004	0.00005	0.00002	0.00003	0.00001
63	64	0.00458	0.00198	0.00582	0.00253	0.00192	0.00083
63	67	0.00458	0.00198	0.00582	0.00253	0.00192	0.00083
64	65	0.00484	0.00209	0.00517	0.00225	0.00201	0.00086
65	66	0.00016	0.00007	0.00008	0.00003	0.00006	0.00003
67	68	0.00006	0.00003	0.00004	0.00002	0.00003	0.00001
67	69	0.00006	0.00003	0.00004	0.00002	0.00003	0.00001
69	70	0.82276	0.34848	0.64651	0.27297	0.33259	0.14000
70	71	0.51217	0.21722	0.40387	0.17074	0.20709	0.08725
71	72	0.02049	0.00869	0.01644	0.00695	0.00829	0.00349
72	73	0.00019	0.00008	0.00017	0.00007	0.00008	0.00003
72	74	0.00019	0.00008	0.00017	0.00007	0.00008	0.00003
74	75	0.11851	0.05020	0.09305	0.03929	0.04789	0.02018
75	76	0.10911	0.04634	0.07585	0.03204	0.04385	0.01855
75	83	0.10911	0.04634	0.07585	0.03204	0.04385	0.01855
76	77	0.00094	0.00040	0.00055	0.00023	0.00038	0.00016
76	78	0.00094	0.00040	0.00055	0.00023	0.00038	0.00016
78	79	0.01026	0.00436	0.00669	0.00283	0.00414	0.00175
79	80	0.00766	0.00325	0.00609	0.00257	0.00310	0.00131
80	81	0.00543	0.00230	0.00444	0.00188	0.00220	0.00093
81	82	0.00308	0.00130	0.00271	0.00115	0.00125	0.00053
83	84	0.00007	0.00003	0.00003	0.00001	0.00003	0.00001
83	85	0.00007	0.00003	0.00003	0.00001	0.00003	0.00001
85	86	0.00016	0.00007	0.00021	0.00009	0.00007	0.00003
85	87	0.00016	0.00007	0.00021	0.00009	0.00007	0.00003
87	88	0.09180	0.03875	0.07480	0.03149	0.03713	0.01558
88	89	0.09281	0.03911	0.07863	0.03308	0.03761	0.01575
89	90	0.00065	0.00028	0.00032	0.00013	0.00025	0.00010
89	92	0.00065	0.00028	0.00032	0.00013	0.00025	0.00010
90	91	0.00021	0.00009	0.00025	0.00011	0.00009	0.00004
92	93	0.07233	0.03049	0.06428	0.02709	0.02965	0.01248
93	94	0.00043	0.00018	0.00009	0.00004	0.00016	0.00007
93	95	0.00043	0.00018	0.00009	0.00004	0.00016	0.00007
95	96	0.00006	0.00002	0.00007	0.00003	0.00002	0.00001
95	97	0.00006	0.00002	0.00007	0.00003	0.00002	0.00001
97	98	0.03186	0.01340	0.02945	0.01239	0.01309	0.00550
98	99	0.00173	0.00073	0.00139	0.00059	0.00070	0.00030
99	100	0.00640	0.00268	0.00738	0.00311	0.00264	0.00110
100	101	0.00099	0.00042	0.00091	0.00038	0.00040	0.00017

LISTING PROGRAM

```
"Persamaan Carson & Reduksi Kron"
clc
r=0.2162*0.001;%Ohm/m
GMR=5.2365*0.001;%m
len=580.3;%dalam meter
mile=1609;
ft=0.3048;
D=zeros(4,4);
D(1,2)=0.9;D(2,1)=D(1,2);
D(1,3)=1.65;D(3,1)=D(1,3);
D(2,3)=0.75;D(3,2)=D(2,3);
D(1,4)=sqrt(0.45^2+1^2);D(4,1)=D(1,4);
D(2,4)=D(1,4);D(4,2)=D(2,4);
D(3,4)=sqrt(1.2^2+1^2);D(4,3)=D(3,4);
for i=1:4
    for j=1:4
        D(i,j)=D(i,j)/ft;
    end
end
r=r*mile;
GMR=GMR/ft;
Zs=zeros(4,4);
for i=1:4
    for j=1:4
        if i==j
            tmpRe=r+0.0953;
            tmpIm=0.12134*(log(1/GMR)+7.934);
            Zs(i,j)=complex(tmpRe,tmpIm);
        else
            tmpRe=0.0953;
            tmpIm=0.12134*(log(1/D(i,j))+7.934);
            Zs(i,j)=complex(tmpRe,tmpIm);
        end;
    end;
end;
Zk=zeros(3,3);
for i=1:3
    for j=1:3
        Zk(i,j)=Zs(i,j)-Zs(i,4)*Zs(4,j)/Zs(4,4);
    end
end
Za=Zs
ZkOhmperMile=Zk
for i=1:3
    for j=1:3
        Zk(i,j)=Zk(i,j)*len/mile;
    end
end
ZkOhm=Zk
Zbase=20000^2/100000
for i=1:3
    for j=1:3
        Zk(i,j)=Zk(i,j)/Zbase;
    end
end
end
```

```

Zkpu=Zk
function
[vr,sa,ra,br,zasli,iter]=LFTopology3Phasa(datBus,datBranch,...
                                         Vbase,konstV,Pbase,konstP)

clc
[nbus,bus,vr,za,Zbase,Ibase,zasli]=DecodeData(datBus,datBranch,Vbase,...konstV,Pbase,konstP);

[za]=ImpedansiSaluran(nbus,za,Zbase);
[A]=MatrikA(nbus,za);
At=transpose(A);
[ir]=InitArusBus(nbus);
cek=0;
iter=0;
eps=0.001;
for i=1:15
    if cek==1
        break;
    end
    [ir0]=SimpanArusBus(nbus,ir);
    [ir]=HitungArusBus(nbus,bus,vr);
    [br]=HitungArusSaluran(nbus,ir,A);
    [dV]=HitungDropTegangan(nbus,At,za,br);
    [vr]=UpdateTegangan(nbus,dV);
    [cek]=CekKonvergen(nbus,ir0,ir,eps);
    iter=iter+1;
end
[sa]=HitungAliranDaya(nbus,vr,br,Pbase);
[ra]=HitungRugiSaluran(nbus,za,br,Pbase);
[br]=HitungArus(nbus,br,Pbase);

function
[nbus,bus,vr,za,Zbase,Ibase,zasli]=DecodeData(datBus,datBranch,...
                                         Vbase,konstV,Pbase,konstP)

x=datBus(:,1);
N=length(x);
nbus=N-1;
%Ubah data bus ke data bus terstruktur
for i=1:nbus
    bus(i).r=complex(datBus(i+1,1)/Pbase,datBus(i+1,2)/Pbase);
    bus(i).s=complex(datBus(i+1,3)/Pbase,datBus(i+1,4)/Pbase);
    bus(i).t=complex(datBus(i+1,5)/Pbase,datBus(i+1,6)/Pbase);
end
for i=1:nbus
    vr(i).r=complex(1,0);
    vr(i).s=complex(1,0);
    vr(i).t=complex(1,0);
end
%Ubah data saluran ke data saluran terstruktur
zasli=zeros(N,N);
for k=1:nbus
    za(k).from=round(datBranch(k,1));
    za(k).to=round(datBranch(k,2));
    zasli(round(datBranch(k,1)),round(datBranch(k,2)))=1;
    za(k).len=datBranch(k,3);

```

```

    za(k).GMR=datBranch(k,4)*0.001;
    za(k).R=datBranch(k,5)*0.001;
    for i=1:3
        for j=1:3
            za(k).zs(i,j)=complex(0,0);
        end
    end
end

% Cari Zbase dan Ibase
Zbase=(Vbase*konstV)^2/(Pbase*konstP);
Ibase=Vbase*konstV/Zbase;

function [za]=ImpedansiSaluran(nbus,za,Zbase)
mile=1609;
ft=0.3048;
D=zeros(4,4);
D(1,2)=0.9;
D(2,1)=D(1,2);
D(1,3)=1.65;
D(3,1)=D(1,3);
D(2,3)=0.75;
D(3,2)=D(2,3);
D(1,4)=sqrt(0.45^2+1^2);
D(4,1)=D(1,4);
D(2,4)=D(1,4);
D(4,2)=D(2,4);
D(3,4)=sqrt(1.2^2+1^2);
D(4,3)=D(3,4);
for i=1:4
    for j=1:4
        D(i,j)=D(i,j)/ft;
    end
end
[za]=CarsonKron(nbus,za,D,Zbase,mile);

function [za]=CarsonKron(nbus,za,D,Zbase,mile)
%Metode Persamaan Carson
for k=1:nbus
    for i=1:4
        for j=1:4
            if j==i
                tmpRe=za(k).R+0.0953;
                tmpIm=0.12134*(log(1/za(k).GMR)+7.934);
                tza(k).zs(i,j)=complex(tmpRe,tmpIm);
            else
                tmpRe=0.0953;
                tmpIm=0.12134*(log(1/D(i,j))+7.934);
                tza(k).zs(i,j)=complex(tmpRe,tmpIm);
            end
        end
    end
end

%Persamaan Reduksi Kron
for k=1:nbus
    for i=1:3
        for j=1:3

```

```

        tza(k).zs(i,j)=tza(k).zs(i,j)-
tza(k).zs(i,4)*tza(k).zs(4,j)/...tza(k).zs(4,4);
    end
end
end
for k=1:nbus
    for i=1:3
        for j=1:3
            za(k).zs(i,j)=tza(k).zs(i,j);
        end
    end
end
end
%kalikan nilai zs dengan panjang saluran
for k=1:nbus
    len=za(k).len/mile;
    for i=1:3
        for j=1:3
            za(k).zs(i,j)=za(k).zs(i,j)*len;
        end
    end
end
end
%Bagi nilai zs dengan zbase untuk diubah dari ohm ke pu
for k=1:nbus
    len=za(k).len/mile;
    for i=1:3
        for j=1:3
            za(k).zs(i,j)=za(k).zs(i,j)/Zbase;
        end
    end
end
end

function [A]=MatrikA(nbus,za)
N=nbus+1;
Z=zeros(N,N);
for i=1:nbus
    ia=za(i).from;
    ja=za(i).to;
    Z(ia,ja)=complex(1,1);
end
A=zeros(nbus,nbus);
for i=1:N
    for j=1:N
        Zx=imag(Z(i,j));
        if Zx~=0
            if j==2
                for k=1:N-1
                    A(k,j-1)=0;
                end
                A(j-1,j-1)=1;
            else
                for k=1:N-1
                    A(k,j-1)=A(k,i-1);
                end
                A(j-1,j-1)=1;
            end
        end
    end
end
end

```

```

    end
end

function [ir]=InitArusBus(nbus)
for i=1:nbus
    ir(i).r=complex(0,0);
    ir(i).s=complex(0,0);
    ir(i).t=complex(0,0);
end

function [ir0]=SimpanArusBus(nbus,ir)
for i=1:nbus
    ir0(i)=PhCopy(ir(i));
end

function [ir]=HitungArusBus(nbus,bus,vr)
for i=1:nbus
    ir(i)=PhBagi(bus(i),vr(i));
    ir(i)=PhConj(ir(i));
end

function [br]=HitungArusSaluran(nbus,ir,A)
for i=1:nbus
    tmp.r=complex(0,0);
    tmp.s=complex(0,0);
    tmp.t=complex(0,0);
    for j=1:nbus
        if A(i,j)~=0
            tmp=PhTambah(tmp,ir(j));
        end
    end
    br(i)=PhCopy(tmp);
end

function [dV]=HitungDropV(zs,br)
tmpBr(1,1)=br.r;
tmpBr(2,1)=br.s;
tmpBr(3,1)=br.t;
tmp=zs*tmpBr;
dV.r=tmp(1);
dV.s=tmp(2);
dV.t=tmp(3);

function [dV]=HitungDropTegangan(nbus,At,za,br)
for i=1:nbus
    tmp.r=complex(0,0);
    tmp.s=complex(0,0);
    tmp.t=complex(0,0);
    for j=1:nbus
        if At(i,j)~=0
            dv=HitungDropV(za(j).zs,br(j));
            tmp=PhTambah(tmp,dv);
        end
    end
    dV(i)=PhCopy(tmp);
end

```

```

function [vr]=UpdateTegangan(nbus,dV)
vs.r=complex(1,0);
vs.s=complex(1,0);
vs.t=complex(1,0);
for i=1:nbus
    vr(i)=PhKurang(vs,dV(i));
end

function [cek]=CekKonvergen(nbus,ir0,ir,eps)
cek=1;
for i=1:nbus
    tmp=PhKurang(ir(i),ir0(i));
    tmp=PhAbs(tmp);
    if tmp.r>eps
        cek=0;
        break;
    elseif tmp.s>eps
        cek=0;
        break;
    elseif tmp.t>eps
        cek=0;
        break;
    end
end

function [br]=HitungArus(nbus,br,Pbase)
tmpPbase.r=complex(Pbase,0);
tmpPbase.s=complex(Pbase,0);
tmpPbase.t=complex(Pbase,0);
for i=1:nbus
    br(i)=PhKali(br(i),tmpPbase);
    br(i)=PhConj(br(i));
end

function [sa]=HitungAliranDaya(nbus,vr,br,Pbase)
tmpPbase.r=complex(Pbase,0);
tmpPbase.s=complex(Pbase,0);
tmpPbase.t=complex(Pbase,0);
for i=1:nbus
    sa(i)=PhKali(vr(i),PhConj(br(i)));
    sa(i)=PhKali(sa(i),tmpPbase);
end

function [ra]=HitungRugiSaluran(nbus,za,br,Pbase)
tmpPbase.r=complex(Pbase,0);
tmpPbase.s=complex(Pbase,0);
tmpPbase.t=complex(Pbase,0);
for i=1:nbus
    tmp=HitungDropV(za(i).zs,br(i));
    ra(i)=PhKali(tmp,br(i));
    ra(i)=PhKali(ra(i),tmpPbase);
end

```