

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



**ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN METODE
INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODELS PADA
JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG
DI GARDU INDUK BLIMBING MALANG**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

**ANDY TRI DHARMIKA
NIM : 00.12.008**

MARET 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN METODE *INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODELS* PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GARDU INDUK BLIMBING MALANG

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

ANDY TRI DHARMIKA

NIM. 00.12.008

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. 103.950.0274

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131.991.182

64'06
04

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

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

PERSEMBAHANKU

ALHAMDULILLAHIROBBIL 'ALAMIIN

Terima kasih Ya Allah..... telah Engkau bukakan pintu Rahmat dan Karunia-Mu untukku, sehingga Tugas Akhir ini selesai dengan baik, Dengan penuh kebanggaan kupersembahkan karya kecil ini 'tuk Ibu dan Bapakku Terima kasih dukungan moral materiil serta do'a restumu yang tak terhingga dan kasih sayangmu yang tak berujung pangkal sehingga anakmu ini mampu menyelesaikan studi hingga jenjang Sarjana..... sekali lagi terima kasih IBU dan BAPAKKU.....

!HORMAT SELALU DARI ANAKMU INI

Terima kasih juga untuk kakak-kakakku tercinta Rocky Adi Setiawan, Retno Puji Astuti terima kasih do'anya, untuk adikmu



ABSTRAKSI

ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN METODE *INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODELS* PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GARDU INDUK BLIMBING MALANG

(Andy Tri Dharmika, 00.12.008, Teknik Energi Listrik S-1)
(Dosen Pembimbing : Ir. I Made Wartana, MT)

Kata kunci : *Load Flow, Radial Distribution Network, Composite Load Modelling*

Kebutuhan akan tenaga listrik dari konsumen selalu bertambah dari waktu ke waktu. Di samping tersedianya energi listrik yang mencukupi, konsumen juga menuntut peningkatan kualitas dan kuantitas energi listrik. Agar dapat melayani kebutuhan tenaga listrik secara baik di sisi teknik maupun ekonomis maka perlu dilakukan analisis yang tepat yaitu analisis aliran daya. Dengan analisis aliran daya kita dapat mengetahui besarnya tegangan tiap-tiap bus, aliran daya dan rugi-rugi daya yang terjadi pada tiap-tiap saluran. Sehingga analisis aliran daya sangat dibutuhkan dalam rencana perluasan dan penentuan operasi terbaik dari suatu sistem

Banyak metode yang dipergunakan dalam menganalisis aliran daya seperti metode *Gauss Seidel, Newton Raphson, Fast Decoupled*. Tetapi metode-metode ini kurang sesuai untuk menganalisa sistem distribusi dalam kaitan dengan pemisahan karakteristik. Satu alasan bahwa metode ini didasarkan pada hubungan topologi sistem transmisi, dimana jaringan distribusi kebanyakan radial secara alami. Perbedaan jaringan distribusi yang lain adalah adanya perbandingan resistansi dan reaktansi (rasio R/X) tinggi, yang membuat ketidakcocokan pada aliran beban konvensional.

Skripsi ini akan membahas sebuah kerangka kerja baru yang merupakan pengembangan dari metode tersebut di atas, agar dapat memberikan metode alternatif dalam menyelesaikan masalah aliran daya pada jaringan distribusi yang mempunyai jumlah cabang, jumlah bus yang banyak dan perbandingan rasio R/X tinggi. Dan untuk menganalisa efisiensi perhitungan dari metode *Incorporating Composite Load Models* jika dibandingkan dengan metode *Newton Raphson*, sehingga diperoleh hasil perhitungan dengan ketelitian tidak jauh berbeda dengan metode *Newton Raphson*, tetapi waktu perhitungan yang lebih cepat.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Aliran Daya Dengan Metode *Incorporating Composite Load Models* Pada Jaringan Distribusi Radial Seimbang Di Gardu Induk Blimbing Malang”**.

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

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

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSMT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. I Made Wartana, MT, selaku dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ibnu, selaku PT PLN (Persero) Unit Bisnis Distribusi Jawa Timur Area Malang.

6. Bapak Ir. Supandi, selaku UPJ area Malang.
7. Bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.
8. Bapak dan ibuku, yang sangat berarti dalam kehidupan penyusun, dimana do'a serta restu dan keridhoannya senantiasa penyusun harapkan.
9. Teman-teman di jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang, terutama angkatan 2000 yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya akan segala kekurangan yang ada dalam penyusunan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam perbaikan dan peningkatan mutu demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga dalam skripsi ini dapat membantu memperdalam dan melatih mahasiswa menerapkan ilmu yang didapat pada waktu kuliah dengan permasalahan yang sesungguhnya, serta bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.

Malang, Maret 2006

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Pembahasan.....	5
1.7. Kontribusi Penelitian	6

BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Pengertian Umum Sistem Tenaga Listrik	7
2.2. Sistem Distribusi.....	8
2.2.1. Sistem Distribusi Primer	9

2.2.2. Sistem Distribusi Sekunder.....	9
2.3. Struktur Jaringan Distribusi Primer	10
2.4. Sistem Jaringan Distribusi Radial.....	10
2.4.1. Sistem Radial Pohon.....	12
2.4.2. Sistem Radial dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah	13
2.4.3. Sistem Radial dengan Pembagian <i>Phasa Area</i>	13
2.4.4. Sistem Radial dengan Beban Terpusat	14
2.5. Beban Sistem Distribusi	15
2.6. Daya Sistem Distribusi	16
2.6.1. Daya Aktif (<i>Active Power</i>)	16
2.6.2. Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>)	16
2.6.3. Daya Komplek (<i>Complex Power</i>)	16
2.7. Faktor Daya	17
2.8. Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi	18
2.9. Sistem Per-Unit.....	20
2.10. Mengubah Dasar Sistem per-Unit	21

BAB III ALIRAN DAYA DENGAN PENDEKATAN PEMODELAN BEBAN

3.1. Umum	23
3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya.....	23
3.3. Klasifikasi Bus.....	24
3.3.1. <i>Slack Bus/ Swing Bus</i>	25
3.3.2. <i>P-V Bus / Generator Bus</i>	25

3.3.3. <i>P-Q Bus / Load Bus</i>	25
3.4. Analisa Topologi Jaringan Radial	26
3.4.1. Topologi Jaringan Radial	26
3.4.2. Matriks Topologi Jaringan Radial	27
3.5. Aliran Daya Pada Jaringan Radial	29
3.6. Metode <i>Newton-Raphson</i>	33
3.7. Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i>	36
3.7.1. Pemodelan beban	36
3.7.2. Persamaan Aliran Daya dengan Model Beban	37
3.8. Algoritma Perhitungan.....	40

BAB IV HASIL DAN ANALISIS HASIL

4.1. Umum	42
4.2. Flowchart Pemecahan Masalah	44
4.3. Data Perhitungan	45
4.3.1. Data Saluran	45
4.3.2. Data Pembebanan	47
4.4. Analisa Perhitungan.....	49
4.5. Perhitungan Aliran Daya Penyulang	49
4.6. Persentase Rugi Daya dan Pembebanan Pada Penyulang Asahan .	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2-1. Skema Penyaluran Energi Listrik	7
2-2. Jaringan Distribusi Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah Ke Pelanggan	8
2-3. Bentuk Sederhana Dari Sistem Distribusi Radial	10
2-4. Jaringan Tegangan Menengah Sistem Distibusi Radial	11
2-5. Contoh Jaringan Distribusi Radial Pohon	12
2-6. Contoh Jaringan Distribusi Radial dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah.....	13
2-7. Contoh Jaringan Distribusi Radial dengan <i>Phase Area</i>	14
2-8. Contoh Jaringan Distribusi Radial dengan Beban Terpusat.....	15
2-9. Segitiga Daya	18
2-10. Rugi-rugi Pada bagian Sistem Tenaga Listrik.....	19
3-1. Topologi Jaringan Radial.....	27
3-2. Topologi Jaringan Radial Setelah <i>Node</i> di Eliminasi	27
3-3. Jaringan Distribusi Radial.....	38
3-4. Persamaan Elektrik Jaringan Distribusi Radial	38
4-1. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Asahan	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4-1. Data Jenis Konduktor Pada Penyulang Asahan	45
4-2. Data Impedansi Pada Tiap-tiap Saluran Penyulang Asahan	47
4-3. Data Pembebanan Pada Tiap-tiap Bus Penyulang Asahan	48
4-4. Kondisi Tegangan Tiap-tiap Bus dengan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	50
4-5. Aliran Daya Pada Tiap Saluran dengan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	52
4-6. Rugi Daya Pada Tiap saluran dengan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	53
4-7. Perbandingan Waktu Perhitungan dengan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	53
4-8. Hasil Perhitungan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi Daya dengan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	54

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
4-1. Perbandingan Tegangan Tiap-Tiap Bus Terhadap Asumsi Tegangan Awal	51
4-2. Perbandingan Waktu Perhitungan dengan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	54
4-3. Perbandingan Total Pembangkitan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	55
4-4. Perbandingan Total Pembebanan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	55
4-5. Perbandingan Total Rugi-rugi Daya Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	56
4-6. Presentase Rugi Daya dan Pembebanan Pada Penyulang Asahan Metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> dan <i>Newton Raphson</i>	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke konsumen. Permasalahan yang dihadapi pada jaringan distribusi tenaga listrik adalah bagaimana menyalurkan energi listrik dengan baik pada saat sekarang maupun pada masa yang akan datang. Disamping tersedianya energi listrik yang mencukupi konsumen juga menuntut peningkatan kualitas dan kuantitas energi listrik. Untuk itu diperlukan analisis yang tepat yaitu analisis aliran daya. Dengan analisis aliran daya, maka kita dapat mengetahui besarnya tegangan tiap-tiap bus, aliran daya dan rugi-rugi daya yang terjadi pada tiap-tiap saluran. Sehingga analisis aliran daya sangat dibutuhkan dalam rencana perluasan dan penentuan operasi terbaik dari suatu sistem.^[5]

Banyak metode yang digunakan dalam menganalisis aliran daya yang sering dipakai seperti metode *Gauss Siedel (GS)*, *Newton Raphson (NR)*, *Fast Decoupled*. Tetapi metode-metode ini kurang sesuai untuk menganalisa sistem distribusi dalam kaitan dengan pemisahan karakteristik. Satu alasan bahwa metode ini didasarkan pada hubungan topologi sistem transmisi, dimana jaringan distribusi kebanyakan radial secara alami. Perbedaan jaringan distribusi yang lain adalah adanya perbandingan resistansi dan reaktansi (rasio R/X) tinggi, yang membuat ketidakcocokan pada aliran beban konvensional.^[1]

Oleh karena itu didalam skripsi ini akan membahas sebuah kerangka kerja baru yang merupakan pengembangan dari metode tersebut di atas, agar dapat memberikan metode alternatif dalam menyelesaikan masalah aliran daya pada jaringan distribusi yang mempunyai jumlah cabang, jumlah bus yang banyak dan perbandingan rasio R/X tinggi.^[1]

1.2. Rumusan Masalah

Variasi pembebanan daya aktif dan reaktif pada sistem akan menyebabkan variasi perubahan tegangan yang besar disamping itu juga permintaan beban sistem distribusi tumbuh setiap tahun, sistem yang berjalan perlu untuk mengatur kembali setelah beberapa tahun sehingga menyebabkan variasi aliran daya pada tiap-tiap model beban. Perubahan aliran daya menimbulkan rugi-rugi daya yang besar. Oleh karenanya metode yang diusulkan diharapkan mampu diterapkan pada jaringan distribusi yang mempunyai jumlah cabang, jumlah bus yang banyak serta perbandingan rasio R/X tinggi sehingga dapat diketahui :

1. Kondisi tegangan setiap bus sepanjang saluran pada sistem distribusi tipe radial seimbang apakah masih dalam batas-batas yang di ijin.
 2. Besar aliran daya dan rugi-rugi daya yang terjadi pada setiap saluran.
 3. Menganalisa efisiensi perhitungan dari metode *Incorporating Composite Load Models* jika dibandingkan dengan metode *Newton Raphson*.
-

1.3. Tujuan Penelitian

Memberikan suatu alternatif metode dalam menyelesaikan masalah aliran daya pada jaringan distribusi yang mempunyai jumlah cabang, jumlah bus yang banyak serta perbandingan rasio R/X tinggi. Dan untuk menganalisa efisiensi perhitungan dari metode *Incorporating Composite Load Models* jika dibandingkan dengan metode *Newton Raphson*, sehingga diperoleh hasil perhitungan dengan ketelitian tidak jauh berbeda dengan metode *Newton Raphson*, tetapi waktu perhitungan yang lebih cepat.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan mengarah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka permasalahan dalam skripsi ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Analisa perhitungan menggunakan metode *Incorporating Composite Load Models* pada jaringan distribusi radial seimbang dengan tegangan 20 kV sehingga digunakan analisa satu fasa.
 2. Metode *Incorporating Composite Load Models* mempunyai komposisi 40% model beban daya konstan, 30% model beban arus konstan dan 30% model beban impedansi konstan.
 3. Jaringan distribusi primer yang dibahas adalah penyulang Asahan yang merupakan *Out Going* Gardu Induk Blimbing di PT. PLN (Persero) cabang Malang.
 4. *Busbar* dari GI Blimbing dianggap sebagai *Slack Bus* dan simpul-simpul yang ada di sepanjang saluran di pandang sebagai *Load Bus*.
-

5. Analisa dilakukan dengan menganggap sistem dalam keadaan normal.
6. Analisa dilakukan hanya sebatas pengkajian beban suatu penyulang yang telah ada guna memperoleh rugi-rugi daya.
7. Analisa perhitungan tidak membahas masalah ekonomi
8. Power faktor daya di asumsikan 0.85.
9. Pengaruh kapasitansi shunt, *line charging*, pengaturan dengan tap trafo diabaikan.
10. Rugi-rugi pada peralatan proteksi dan belitan trafo diabaikan.

1.5. Metodologi Penelitian

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

- a. Studi Literatur mengenai hal – hal yang mendukung penyusunan skripsi ini seperti jurnal IEEE “*Load Flow Algorithm of Radial Distribution Networks Incorporating Composite Load Model*”, serta mempelajari buku – buku yang berkaitan sebagai referensinya.
 - b. Pengambilan data - data di lapangan dilakukan di PT. PLN Distribusi Malang dan PLN Rayon Blimbing untuk Penyulang Asahan yang meliputi data saluran dan data pembebanan
 - c. Merancang perangkat lunak (*software*) dengan menggunakan bahasa program dari metode *Incorporating Composite Load Models*, untuk menentukan besarnya tegangan dan rugi-rugi daya pada masing-masing saluran
-

- d. Melakukan simulasi dan analisa dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab versi 6.1.
- e. Menarik kesimpulan

1.6. Sistematika Pembahasan

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

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Disini akan diuraikan sistem distribusi secara umum, klasifikasi sistem tenaga listrik, struktur jaringan distribusi tenaga listrik, klasifikasi beban, macam-macam daya, rugi-rugi daya dan sistem per-unit.

BAB III : ALIRAN DAYA DENGAN PENDEKATAN PEMODELAN BEBAN

Pada bab ini akan dibahas konsep aliran daya dengan metode *Incorporating Composite Load Models* pada jaringan distribusi radial seimbang.

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS HASIL

Membahas analisa hasil program untuk menghitung aliran daya dengan menggunakan metode *Incorporating Composite Load Models*.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan intisari dari pembahasan. Berisi kesimpulan dari analisa data dan saran-saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

1.7. Kontribusi Penelitian

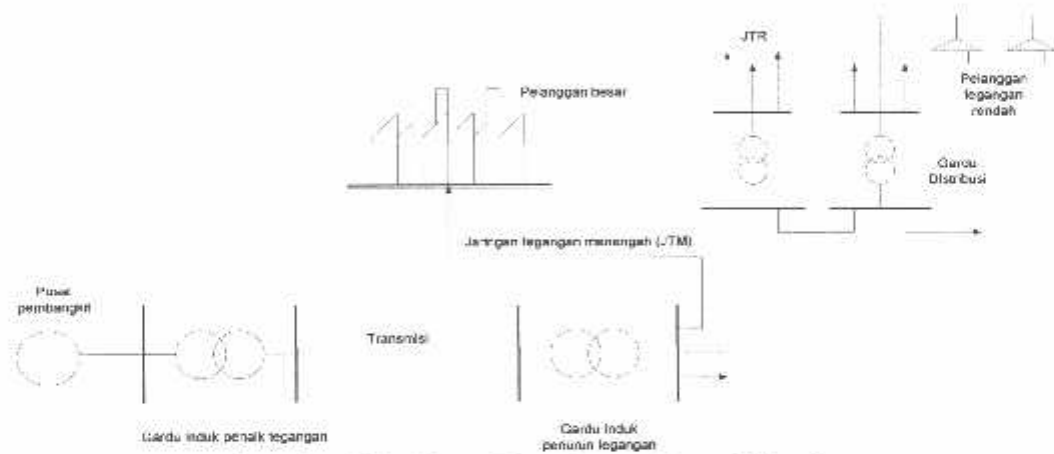
Adapun kontribusi dari penelitian ini adalah diharapkan analisa aliran daya dengan menggunakan metode *Incorporating Composite Load Model* ini bisa diterapkan di PT. PLN (Persero) untuk dapat meningkatkan transfer daya sehingga bisa menekan rugi-rugi daya pada sistem, yang pada akhirnya nanti akan bisa menambah keuntungan bagi PLN sebagai perusahaan penyedia energi listrik di Indonesia.

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Pengertian Umum Sistem Tenaga Listrik^[6]

Sistem tenaga listrik merupakan sistem terpadu yang terbentuk oleh hubungan-hubungan peralatan dan komponen-komponen tenaga listrik. Sistem tenaga listrik ini mempunyai peranan utama untuk menyalurkan energi listrik yang dibangkitkan oleh generator ke konsumen yang membutuhkan energi listrik.



Gambar 2-1. Skema Penyaluran Energi Listrik
Sumber : Ir. Hasan Basri, 1996, "Sistem Tenaga Listrik", Balai Penerbit Dan Humas ISTN

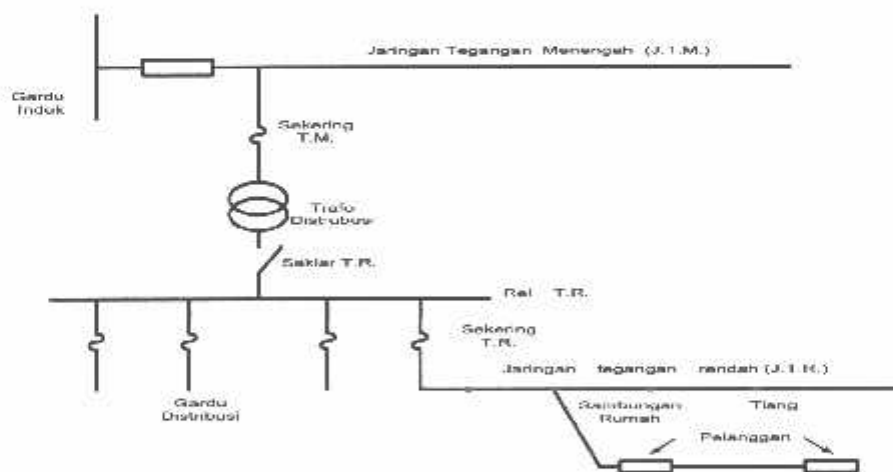
Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi 3 sub sistem, yaitu :

1. Sistem Pembangkitan : berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga Produtor Energi.
2. Sistem Transmisi atau Penyaluran : berfungsi sebagai penyalur daya listrik secara besar-besaran dari pembangkit ke bagian sistem distribusi atau konsumen.

3. Sistem Distribusi dan Beban : berperan sebagai distributor energi ke konsumen yang memerlukan energi tersebut.

2.2. Sistem Distribusi ^[6]

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk atau Pembangkit Tenaga (skala kecil) ke konsumen melalui Gardu Distribusi. Jaringan setelah keluar dari Gardu Induk biasa disebut Jaringan Distribusi. Tenaga listrik yang disalurkan melalui jaringan distribusi primer kemudian diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Rendah untuk selanjutnya disalurkan kerumah-rumah pelanggan (konsumen) PLN melalui sambungan rumah^[6].



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

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

Dalam mendistribusikan tenaga listrik ke konsumen, tegangan yang digunakan bervariasi tergantung dari jenis konsumen yang membutuhkan. Untuk

konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 6 kV atau 20 kV sedangkan untuk konsumen perumahan digunakan tegangan tegangan 127/220 Volt atau 220/380 Volt, yang merupakan tegangan siap pakai untuk peralatan-peralatan rumah tangga. Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem yaitu :

1. Sistem distribusi primer
2. Sistem distribusi sekunder.

Pengklasifikasian sistem distribusi tenaga listrik menjadi dua ini berdasarkan tingkat tegangan distribusinya^[6].

2.1.1. Sistem Distribusi Primer^[6]

Tingkat tegangan yang digunakan pada distribusi primer adalah tegangan menengah 20 kV, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem distribusi tegangan menengah.

2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder^[6]

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

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

2.3. Struktur Jaringan Distribusi Primer¹⁶¹

Pendistribusian tenaga listrik ke konsumen dilakukan dengan menggunakan sistem jaringan distribusi atau penyulang distribusi. Ada beberapa bentuk sistem jaringan distribusi primer yang umum digunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik yaitu :

- a. Sistem jaringan distribusi radial
- b. Sistem jaringan distribusi rangkaian tertutup (*loop*)
- c. Sistem jaringan distribusi *mesh*

2.4. Sistem Jaringan Distribusi Radial.¹⁶¹

Sistem jaringan distribusi tipe radial merupakan bentuk dasar yang paling sederhana yang menghubungkan beban – beban ketitik sumber, biayanya relatif murah. Pada struktur radial ini, tidak ada alternatif pasokan tenaga listrik, oleh sebab itu tingkat keandalannya relatif rendah.



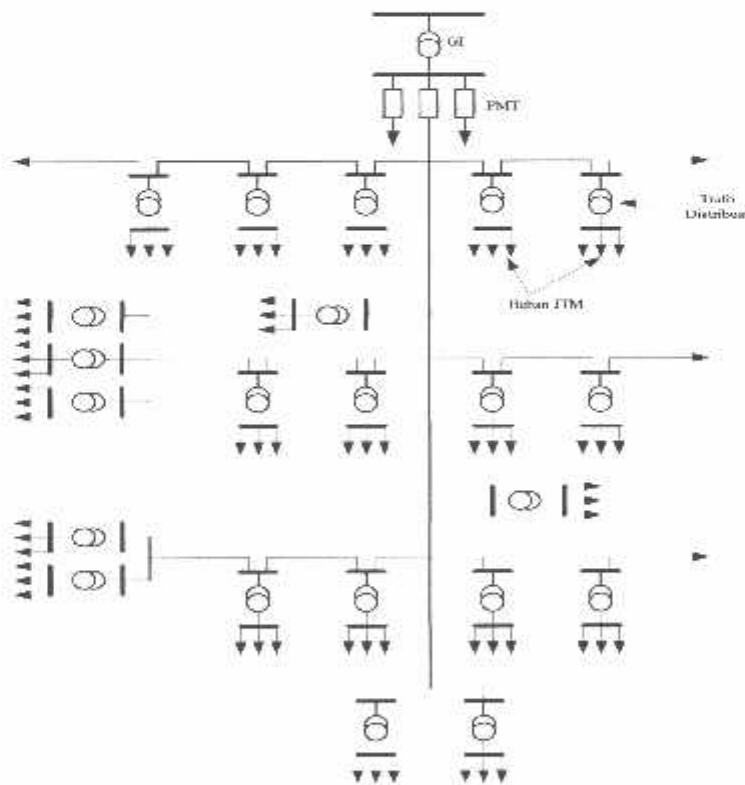
Gambar 2-3. Bentuk Sederhana Dari Sistem Distribusi Radial

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

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

Radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini terutama bila rute dari sirkuitnya berlainan satu sama lain. Langkah lain untuk mempertinggi tingkat 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 2-4. 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 membuka, hal ini menyebabkan semua Gardu Distribusinya akan mengalami pemadaman, maka pada penyulang dipasang peralatan pemisah seperti pelebur.

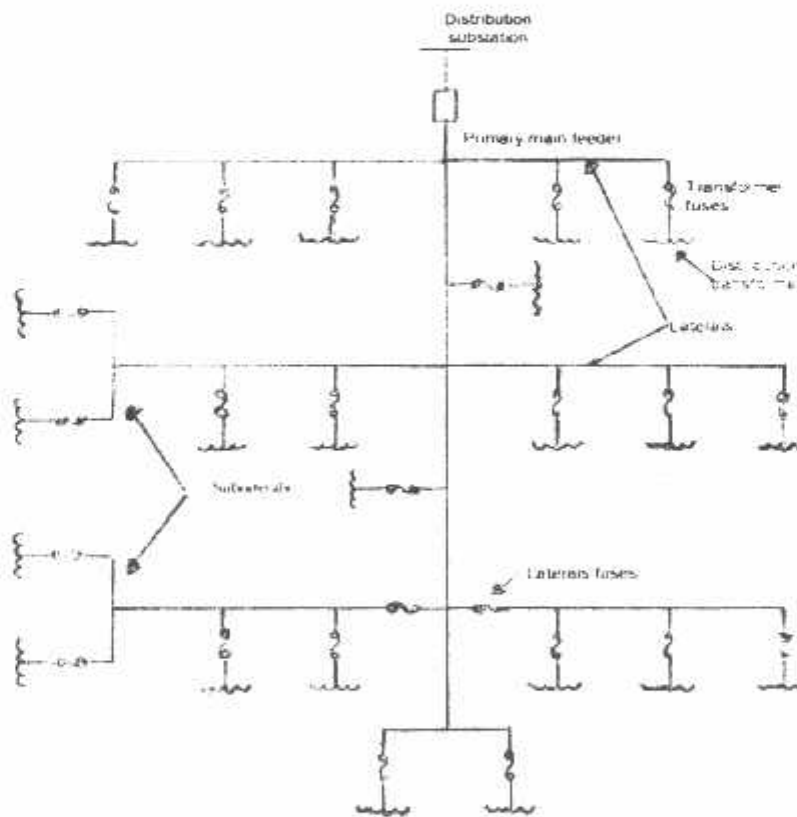


Gambar 2-4. Jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial

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

2.4.1. Sistem Radial Pohon

Sistem jaringan pohon ini merupakan bentuk yang paling dasar dari sistem jaringan radial. Saluran utama (*main feeder*) ditarik dari suatu Gardu Induk sesuai dengan kebutuhan kemudian dicabangkan melalui saluran cabang (*lateral feeder*), selanjutnya dicabangkan lagi melalui saluran anak cabang (*sublateral feeder*). Ukuran dari masing-masing saluran tergantung dari kerapatan arus yang ditanggung. Dari gambar 2-5, *main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus terbesar, selanjutnya arus mengecil pada tiap cabang tergantung dari besarnya beban.

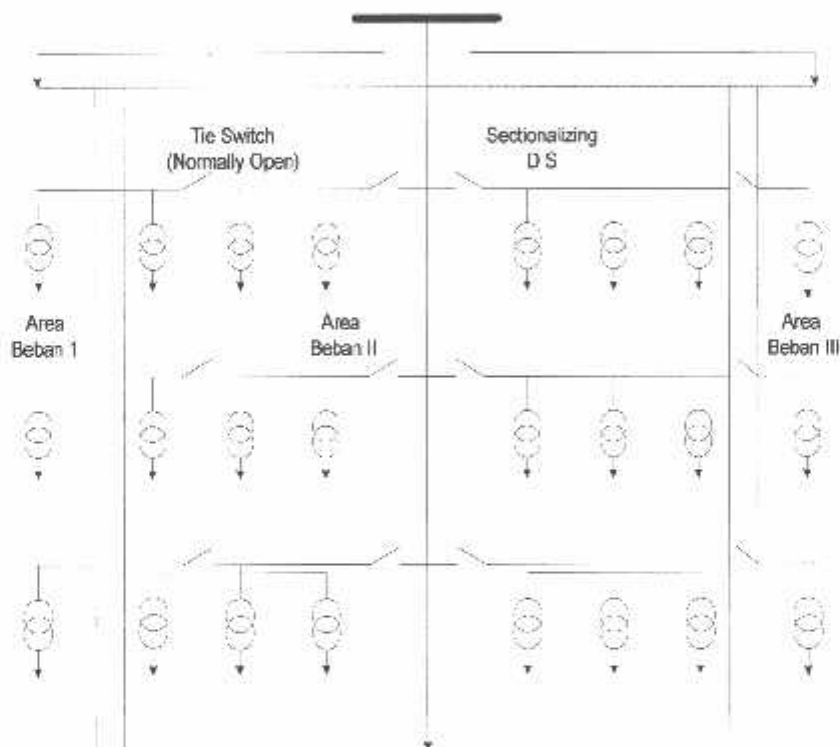


Gambar 2-5. Contoh Sistem Jaringan Distribusi Radial Pohon

Sumber : Turan Gowu, "Electric Power Distribution System Engineering", University of Missouri at Columbia

2.4.2. Sistem Radial dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah.

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadinya gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang terganggu. Sistem radial dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah dapat dilihat pada gambar 2-6.



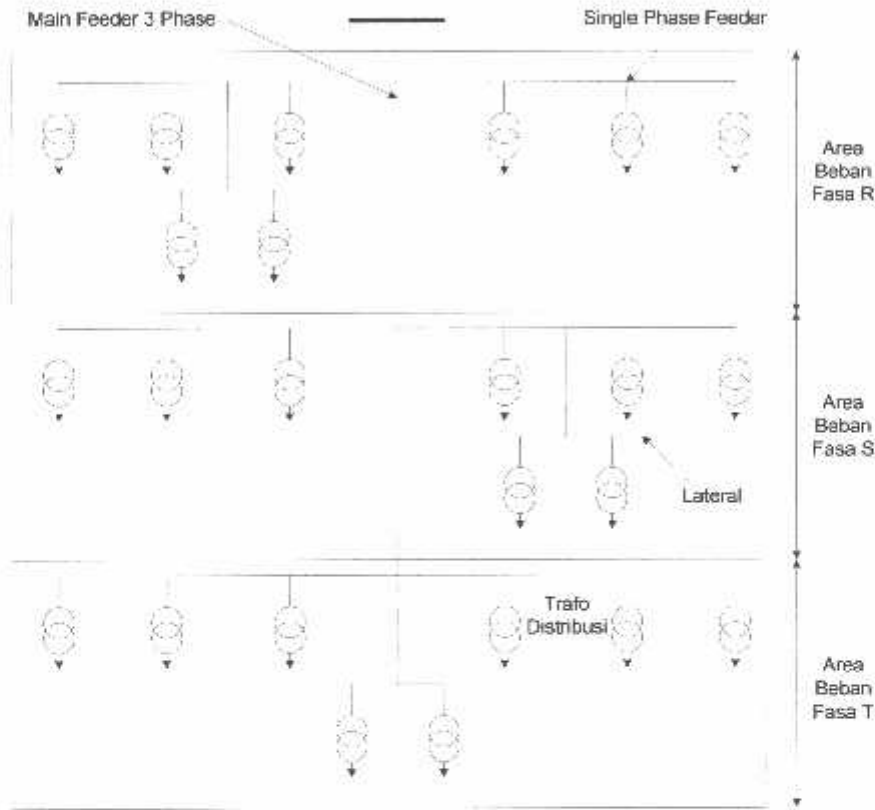
Gambar 2-6. Contoh Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah

Sumber : Turan Goncu, "Electric Power Distribution System Engineering", University of Missouri at Columbia

2.4.3. Sistem Radial dengan Pembagian *Phase Area*

Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini akan dapat menimbulkan kondisi sistem

tiga fasa yang tidak seimbang (*simetris*), bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Contoh dari sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2-7.

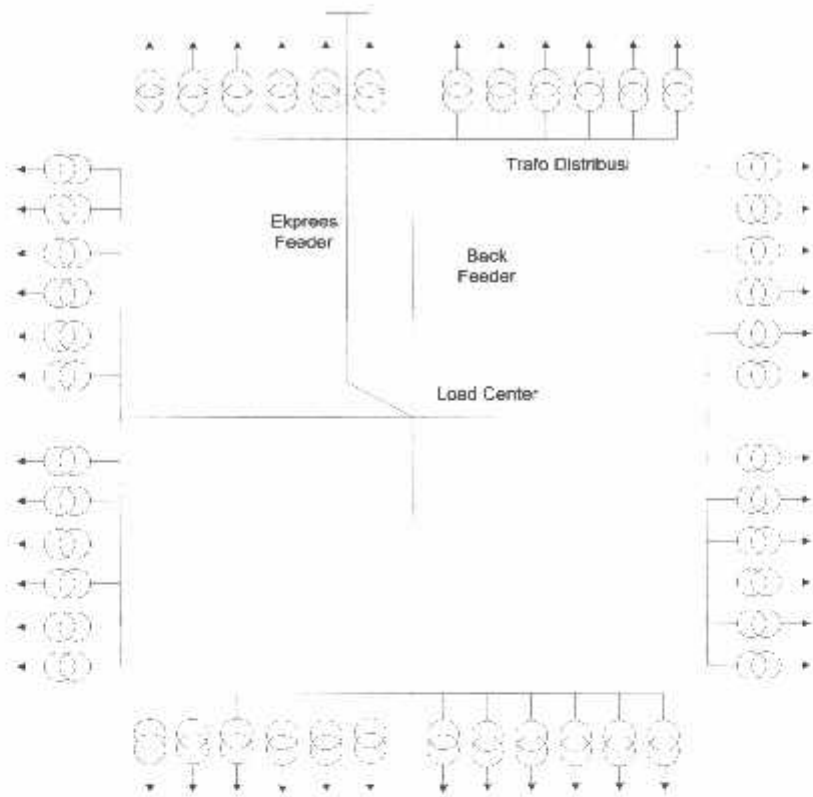


Gambar 2-7. Contoh Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan *Phase Area*

Sumber : Uzan Goncu, "*Electric Power Distribution System Engineering*", University of Missouri at Columbia

2.4.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat.

Bentuk dari sistem ini mensuplai daya dengan menggunakan *main feeder* yang disebut *express feeder* langsung ke pusat beban, dan dari titik pusat beban ini disebut dengan menggunakan *back feeder* secara radial seperti terlihat pada gambar 2-8.



Gambar 2-8. Contoh Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan Beban Terpusat

Sumber: Turan Gonen, *"Electric Power Distribution System Engineering"*, University of Missouri at Columbia

2.5. Beban Sistem Distribusi ^[6]

Secara garis besar beban dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

1. Beban Perumahan (Rumah Tangga)

Beban perumahan pada umumnya berupa penerangan, alat-alat elektronik rumah tangga dan lain-lain.

2. Beban Komersial

Beban komersial pada umumnya berupa penerangan toko, reklame dan lain-lain.

3. Beban Industri

Beban industri diklasifikasikan menjadi 2 yaitu skala besar dan kecil.

2.6. Daya Sistem Distribusi ^[6]

2.6.1. Daya Aktif (*Active Power*) ^[6]

Daya nyata dinyatakan dalam persamaan :

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

Daya nyata untuk beban tiga fasa seimbang :

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

2.6.2. Daya Reaktif (*Reaktif Power*) ^[6]

Daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = |V| |I| \sin \varphi \dots\dots\dots (2.3)$$

Daya reaktif untuk beban 3 fasa seimbang :

$$P = \sqrt{3} |V_{\text{jala-jala}}| |I_{\text{jala-jala}}| \sin \varphi \dots\dots\dots (2.4)$$

2.6.3. Daya Komplek (*Complex Power*) ^[6]

Daya komplek dinyatakan dalam persamaan

$$S = |V| |I| \dots\dots\dots (2.5)$$

Daya komplek untuk beban 3 fasa seimbang :

$$S = \sqrt{3} |V_{\text{jala-jala}}| |I_{\text{jala-jala}}| \dots\dots\dots (2.6)$$

Apabila fasor tegangan dan arus diketahui, untuk perhitungan daya nyata 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 konjugate arus adalah :

$$VI^* = |V| < \alpha \cdot |I| < -\beta \dots\dots\dots(2.7)$$

$$VI^* = |V||I| < (\alpha - \beta) \dots\dots\dots(2.8)$$

Merupakan besarnya daya kompleks dan ditandai dengan S. Dalam non polar dinyatakan sebagai :

$$S = |V||I| \cos (\alpha - \beta) + j|V||I| \sin (\alpha - \beta) \dots\dots\dots(2.9)$$

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

$$S = P + jQ \dots\dots\dots(2.10)$$

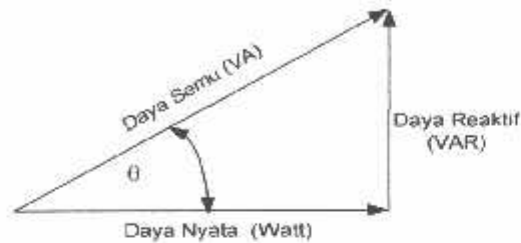
Daya reaktif Q apabila sudut $\alpha - \beta$ antara tegangan dan arus positif yaitu bila $\alpha > \beta$ yang berarti arus tertinggal dari tegangan . Sebaliknya daya reaktif Q akan bernilai negatif apabila $\alpha < \beta$ yang menunjukkan arus mendahului tegangan. Hal ini sesuai dengan pemilihan tanda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

2.7. Faktor Daya ($\cos \theta$)¹⁶¹

Faktor daya adalah suatu besaran yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara komponen daya aktif (kW) dan daya semu (kVA), seperti persamaan :

$$\cos \theta = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(2.11)$$

Pada gambar 2.9 berikut ini dapat dilihat hubungan antara daya aktif, daya reaktif dan daya semu serta faktor daya.



Gambar 2-9. Segitiga Daya

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

Dari gambar 2-9 diatas dapat diketahui, bahwa besarnya daya yang berasal dari sumber listrik tidak seluruhnya sampai ke konsumen, akan tetapi dipengaruhi oleh faktor daya ($\cos \theta$) yang merupakan cosinus sudut antara daya nyata atau aktif (kW) dan daya semu (kVA).

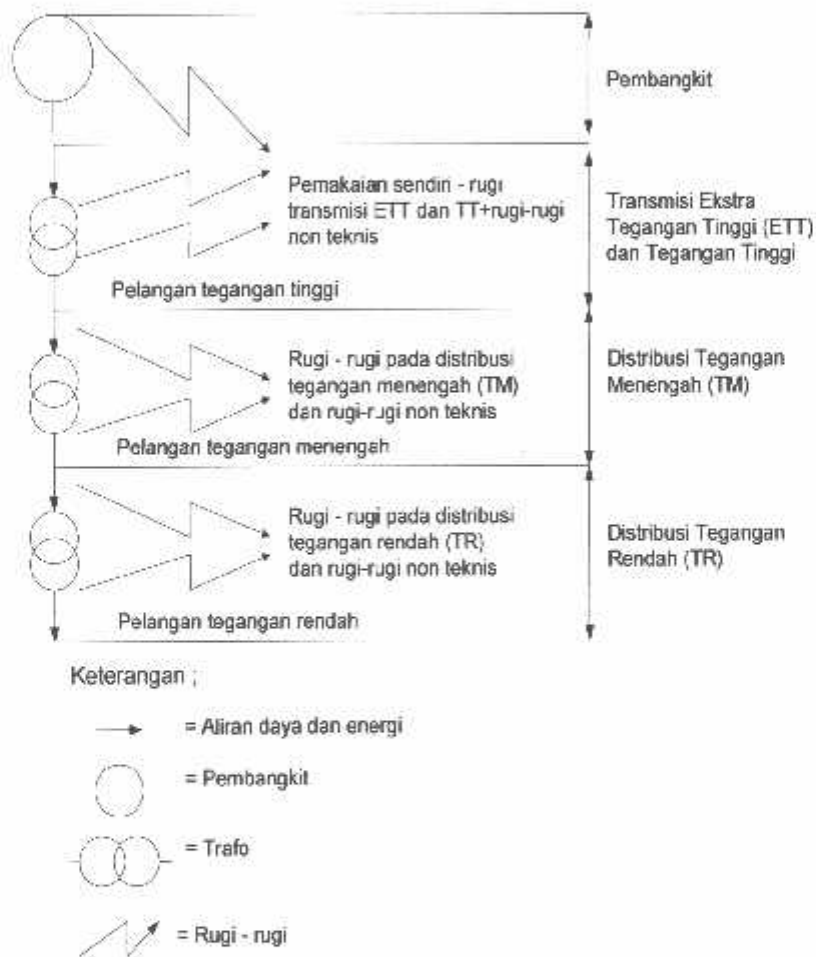
Dengan membesarnya daya reaktif pada keadaan daya aktif konstan sudut antara arus dan tegangan akan bertambah besar pula, sehingga faktor daya akan mengecil. Memburuknya faktor daya akan mengakibatkan bertambahnya kVA .

2.8. Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi ^[6]

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 komponen-komponen umum pada sistem tenaga listrik seperti :

1. Rugi pada penyulang utama dan peralatan saluran.
2. Rugi pada trafo distribusi.

Dalam proses penyaluran energi listrik ke pelanggan terjadi rugi-rugi teknis (*losses*), yaitu rugi daya dan rugi energi, dimulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi. Rugi-rugi teknis adalah pada penghantar saluran, adanya tahanan dari penghantar yang dialiri arus maka akan timbul rugi-rugi teknis ($I^2 R$) pada jaringan tersebut. Rugi Rugi teknis dari jaringan tenaga listrik tergantung dari macam-macam pembebanan pada saluran tersebut



Gambar 2-10. Rugi – rugi Pada Bagian-bagian Sistem Tenaga Listrik

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

2.9. Sistem Per-Unit.

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

$$\text{Besaran per-unit} = \frac{\text{besaran sebenarnya}}{\text{besaran dasar dengan kuantitas yang sama}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Rumus-rumus yang digunakan untuk persamaan arus dasar dan impedansi dasar adalah :

- Untuk sistem 1 fasa

Arus dasar :

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar}_{1\phi}}{\text{kV dasar}_{L-N}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Impedansi dasar :

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar}_{L-N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar}_{1\phi}} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar}_{L-N})^2}{\text{MVA dasar}_{1\phi}} \dots\dots\dots(2.15)$$

- Untuk sistem 3 fasa

Arus dasar :

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar}_{3\phi}}{\sqrt{3} \times \text{kV dasar}_{L-L}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Impedansi dasar :

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar}_{l-l})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar}_{3\phi}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar}_{l-l})^2}{\text{MVA dasar}_{3\phi}} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dalam persamaan diatas nilai-nilai besaran diberikan untuk rangkaian satu fasa. Jadi tegangannya adalah tegangan antara fasa dengan tanah dan daya dengan setiap fasa.

Setelah besaran-besaran dasar telah ditentukan maka besaran-besaran itu dinormalisasikan terhadap besaran dasar. Dengan demikian impedansi persatuan didefinisikan sebagai berikut :

$$Z = \frac{\text{impedansi sebenarnya } Z(\Omega)}{\text{impedansi dasar } Z_d} \text{ pu} \dots\dots\dots(2.19)$$

2.10. Mengubah Dasar Sistem Per-Unit

Impedansi per-unit untuk suatu komponen dari suatu sistem terkadang dinyatakan menurut dasar yang berbeda dengan dasar yang dipilih untuk bagian dari sistem dimana komponen tersebut berada. Karena semua impedansi dalam bagian manapun dari suatu sistem harus dinyatakan dengan dasar impedansi yang sama, maka dalam perhitungannya kita perlu mempunyai cara untuk dapat mengubah impedansi per-unit dari suatu dasar ke dasar yang lain. Dengan mensubstitusikan impedansi dasar yang diberikan dalam persamaan (2.15) dan (2.18) ke dalam persamaan (2.19) maka diperoleh:

$$Z_u = \frac{(\text{Impedansi sebenarnya, } \Omega) \cdot (\text{MVA dasar})}{(\text{Tegangan dasar, kV})^2} \dots\dots\dots(2.20)$$

Persamaan (2.20) memperlihatkan bahwa impedansi per-unit berbanding lurus dengan MVA dasar serta berbanding terbalik dengan kuadrat tegangan dasar. Untuk mengubah dari impedansi per-unit menurut suatu dasar yang diberikan menjadi impedansi per-unit menurut suatu dasar yang baru, dapat dipakai persamaan berikut:

$$Z_{baru \text{ per-unit}} = Z_{diberikan \text{ per-unit}} \left(\frac{kV_{diberikan \text{ dasar}}}{kV_{baru \text{ dasar}}} \right)^2 \times \left(\frac{MVA_{baru \text{ dasar}}}{MVA_{diberikan \text{ dasar}}} \right) \dots\dots(2.21)$$

Persamaan ini tidak ada hubungannya dengan pemindahan nilai impedansi dalam ohm dari salah satu sisi transformator ke sisi yang lain.

BAB III

ALIRAN DAYA DENGAN PENDEKATAN PEMODELAN BEBAN

3.1. Umum

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

1. Untuk mendapatkan aliran daya aktif dan reaktif pada cabang-cabang rangkaian
2. Untuk mengetahui rangkaian yang mempunyai beban lebih dan tegangan busbar dalam batas-batas yang dapat diterima.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem.
4. Untuk mengetahui pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat.
5. Untuk mengetahui kondisi optimum pembebanan sistem.
6. Untuk mengetahui kehilangan daya optimum sistem.

3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya

Di dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter-parameter listrik yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya magnitude tegangan $|V|$, sudut fasa tegangan (θ), daya nyata (P) dan daya reaktif

(Q). Daya nyata (P) mempunyai ketergantungan yang kuat dengan sudut fasa tegangan (θ) dan daya reaktif (Q) mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besarnya magnitude tegangan $|V|$. Bila P dan Q berubah, maka θ dan $|V|$ akan berubah pula dan demikian sebaliknya.

Selain itu dibutuhkan juga data saluran yang merupakan perkalian antara panjang saluran dan penghantar yang digunakan. Data ini dipakai untuk membentuk impedansi saluran.

Dalam skripsi ini data saluran didapatkan dari hasil survey lapangan dan referensi lainnya. Data yang dibutuhkan berupa Induktansi (L) dan Resistansi (R) dalam impedansi saluran, Induktansi (L) akan berupa reaktansi induktif.

3.3. Klasifikasi Bus

Pada setiap simpul (rel atau bus) terdapat parameter-parameter sebagai berikut :

1. Daya nyata, dinyatakan dengan P satuannya Megawatt (MW).
2. Daya reaktif, dinyatakan dengan Q satuannya Mega Volt Ampere Reaktif (MVAR).
3. Besar (*magnitude*) tegangan mempunyai symbol $|V|$ dengan satuan kiloVolt (kV).
4. Sudut fasa tegangan mempunyai symbol δ dengan satuan radian.

Dalam analisis aliran daya, pada setiap busnya perlu diketahui 2 parameter dari keseluruhan 4 parameter yang diperhitungkan. Dengan melihat kedua

parameter yang diketahui, setiap bus dalam suatu sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu :

1. Bus referensi atau *slack bus*
2. Bus generator.
3. Bus beban atau *load bus*.

3.3.1. Slack Bus / Swing Bus

Pada bus ini nilai $|V|$ dan θ ditentukan besarnya sementara P dan Q dihitung. Biasanya nilai $|V|$ adalah 1 pu dan sudut fasa tegangan (θ) berharga nol derajat (0°), karena pada bus ini fasor tegangan dipakai sebagai referensi.

3.3.2. P-V Bus / Generator Bus.

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

3.3.3. P-Q Bus / Load Bus.

Load bus adalah suatu bus yang hanya ada penyerapan daya. Pada bus ini terhubung dengan beban-beban dimana P (daya aktif) dan Q (daya reaktif) diketahui, sedangkan magnitude tegangan $|V|$ dan sudut fasa tegangan (θ) merupakan dua besaran yang akan dihitung nilainya. Namun dalam metode ini θ dianggap 0 karena nilainya sangat kecil.

3.4. Analisa Topologi Jaringan Radial^[9]

3.4.1. Topologi Jaringan Radial^[9]

Pada umumnya hampir seluruh jaringan distribusi berstruktur radial, dibanding dengan struktur jaringan yang lain maka struktur jaringan radial memiliki kekhususan yang dapat dimanfaatkan untuk mempermudah pemecahan masalah-masalah dalam menganalisa jaringan radial.

Kekhususan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jaringan radial hanya memiliki satu node sebagai sumber daya dan untuk selanjutnya kita sebut sebagai node 0.
2. Node-node lainnya di dalam jaringan merupakan node beban, berarti bahwa seluruh node dalam sistem jaringan akan mempunyai injeksi arus negatif kecuali pada node 0. Injeksi arus adalah positif sebab merupakan satu-satunya sumber daya.

Pada umumnya jaringan distribusi hantaran udara mempunyai saluran relatif pendek sehingga efek kapasitansi saluran dapat diabaikan. Dengan demikian saluran dapat dipresentasikan sebagai saluran 2 kutub. Untuk jaringan distribusi yang menggunakan kabel tanah dimana efek kapasitansi harus diperhitungkan, maka jaringan yang harus dipresentasikan sebagai jaringan 4 kutub.

Berdasarkan prinsip transformasi 4 kutub ke 2 kutub analisa tetap bisa dilakukan dengan mempresentasikan jaringan dalam representasi 2 kutub. Pada suatu jaringan radial dengan :

$$b = n-1 \dots\dots\dots(3-1)$$

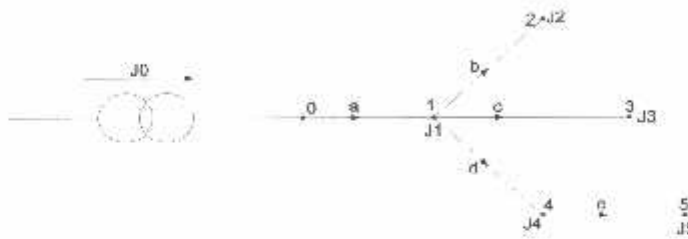
n = jumlah *node*

b = jumlah cabang

contoh :

untuk $n = 6 \rightarrow (0,1,2,3,4,5)$ dan

$b = 5 \rightarrow (a,b,c,d,e)$ maka topologinya adalah:

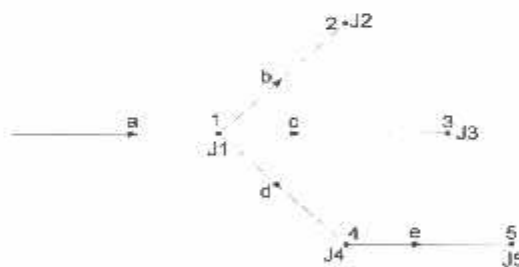


Gambar 3-1. Topologi Jaringan Radial

Karena : $J0 = Ia$

$$- (J1+J2+J3+J4+J5) \dots \dots \dots (3.2)$$

maka node 0 dapat dieliminasi dan topologi jaringan radial dapat diberikan pada gambar 3-2




Gambar 3-2. Topologi Jaringan Radial Setelah *Node* di Eliminasi

3.4.2. Matriks Topologi Jaringan Radial^[9]

Matriks Topologi Jaringan $[T]$ dari jaringan gambar 3-1 berdimensi 5×6 ,

dimana :

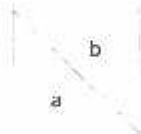


	a	b	c	d	e
01	01	12	13	14	45

$$[T] =$$

1	-1	1	1	1	0
2	0	-1	0	0	0
3	0	0	-1	0	0
4	0	0	0	-1	1
5	0	0	0	0	-1
0	1	0	0	0	0

Setelah baris *node* 0 dieliminir seperti topologi jaringan pada gambar 3-2, maka matriks topologi jaringan radial $[TR]$ akan berdimensi 5 x 5, dimana :



	a	b	c	d	e
01	01	12	13	14	45

$$[T] =$$

1	-1	1	1	1	0
2	0	-1	0	0	0
3	0	0	-1	0	0
4	0	0	0	-1	1
5	0	0	0	0	-1

Matriks Topologi Jaringan Radial $[TR]$ di atas memiliki cirri-ciri sebagai berikut :

1. Seluruh elemen diagonal bernilai -1
2. Seluruh elemen di bawah diagonal bernilai 0
3. Seluruh elemen di atas diagonal bernilai 0 atau 1
4. Matriks merupakan bujur sangkar $(n-1) \times (n-1)$

Matriks $[TR]$ memberikan hubungan antara arus injeksi pada *node* (tidak termasuk *node* sumber) dengan arus yang mengalir pada cabang dari jaringan.

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{|c|}
 \hline J_1 \\
 \hline J_2 \\
 \hline J_3 \\
 \hline J_4 \\
 \hline J_5 \\
 \hline
 \end{array} \\
 (n-1) \times 1
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|c|c|}
 \hline -1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
 \hline 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
 \hline 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\
 \hline \dots & & & & \\
 \hline 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\
 \hline 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline I_a \\
 \hline I_b \\
 \hline I_c \\
 \hline I_d \\
 \hline I_e \\
 \hline
 \end{array}
 \dots(3.3)
 \begin{array}{|c|}
 \hline (n-1) \times 1 \\
 \hline
 \end{array}$$

3.5 Aliran Daya Pada Jaringan Radial^[9]

Pengertian analisa aliran daya pada jaringan radial dapat didefinisikan sebagai besarnya aliran daya atau arus yang mengalir pada setiap cabang dari struktur jaringan, tujuan analisa aliran daya ini adalah:

1. Untuk mengetahui besarnya arus atau daya yang mengalir pada setiap cabang dari struktur jaringan.

2. Untuk mengetahui besar rugi-rugi daya aktif dan reaktif pada setiap cabang dari saluran
3. Untuk mengetahui besarnya tegangan pada setiap node dari sistem jaringan
4. Sebagai analisa dasar dalam menentukan analisa selanjutnya seperti analisa hubungan singkat dan analisa ekonomis

Hubungan antara arus injeksi dan arus cabang dalam persamaan matrikal:

$$[I] = [TR] [I] \dots\dots\dots(3.4)$$

Karena setiap *node* dalam sistem merupakan *node* cabang, maka arus injeksi akan berharga negatif dan dapat ditulis :

$$K_i = - J_i$$

Dimana : K_i = arus injeksi negatif pada node i

Berdasarkan persamaan (3.4) arus cabang dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} [I] &= [TR]^{-1} [J] \\ &= - [TR]^{-1} [K] \\ &= [A] [K] \dots\dots\dots(3.5) \end{aligned}$$

$$[A] [K] = [-1] \dots\dots\dots(3.6)$$

dimana :

$[K]$ = matriks kolom arus injeksi negatif

$[A]$ = matriks topologi invers jaringan radial

$[-1]$ = matriks kesatuan negatif

Dengan memperhatikan topologi jaringan radial pada gambar 3-2, dapat ditulis sekumpulan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I_c &= -J_5 & &= K_5 \\
 I_d &= I_c - J_4 &= -J_4 - J_5 &= K_4 + K_5 \\
 I_e &= -J_3 & &= K_3 \\
 I_b &= -J_2 & &= K_2 \\
 I_a &= -J_1 + I_b + I_c + I_d & &= K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5
 \end{aligned}$$

Dalam persamaan matriks :

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \end{bmatrix} \dots(3.7)$$

Dan dalam bentuk persamaan matriks sederhana :

$$[I] = [A][K] \dots\dots\dots(3.8)$$

Matriks $[A]$ disebut sebagai Matriks Topologi Invers Jaringan Radial

Dengan memperhatikan persamaan (3.6) matriks $[A]$ dapat diturunkan melalui persamaan :

$$[A] = [-1][TR]^{-1} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dengan mengamati persamaan (3.7), maka matriks $[A]$ dapat diturunkan secara langsung, seperti halnya matriks topologi $[T]$ dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Kebalikan dari matriks topologi $[T]$, maka pada matriks $[A]$ indeks baris berkaitan dengan cabang dan injeksi kolom berkaitan dengan *node*
2. Elemen matriks $[A]$ bernilai +1, bila arus yang sampai ke *node* n melewati cabang b
3. Elemen matriks $[A]$ bernilai 0, bila ketentuan 2 diatas tidak dipenuhi

Matriks $[A]$ dari jaringan gambar (3-2) dan yang terlihat pada persamaan (3.6), tidak ditemukan pula melalui persamaan (3.9) tetapi dapat diturunkan secara langsung dengan struktur sebagai berikut :

		n				
		1	2	3	4	5
[A]=	b					
	01 a	1	1	1	1	1
	12 b	0	1	0	0	0
	13 c	0	0	1	0	0
	14 d	0	0	0	1	1
15 e	0	0	0	0	1	

Ciri-ciri matriks $[A]$ ini adalah :

1. Seluruh elemen diagonal bernilai +1
 2. Seluruh elemen dibawah diagonal bernilai 0
 3. Elemen-elemen diatas diagonal bernilai 0 atau +1
-

3.6. Metode *Newton Raphson* ¹⁶¹

Secara matematis persamaan aliran daya dapat diselesaikan dengan menggunakan koordinat rectangular, koordinat polar atau bentuk *hybrid*. Dalam pembahasan skripsi ini memakai persamaan aliran daya *Newton Raphson* yang menggunakan koordinat polar.

Persamaan daya aktif dan reaktif pada bus i adalah :

$$P_i = \sum_{k=1}^n |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots \dots \dots (3.10)$$

$$Q_i = \sum_{k=1}^n |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots \dots \dots (3.11)$$

Kedua persamaan (3.10) dan (3.11) di atas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik.

Untuk mengetahui magnitude tegangan ($|V|$) dan sudut fasa (δ) disetiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan di atas yang dilinierkan dengan metode *Newton Raphson* dibawah ini :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.12)$$

dimana :

ΔP : Selisih injeksi netto daya aktif dengan jumlah aliran daya aktif tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan $|V|$ yang didapat dari perhitungan iterasi ke- k .

ΔQ : Selisih injeksi netto daya reaktif dengan jumlah aliran daya reaktif tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan $|V|$ yang didapat dari perhitungan iterasi ke- k .

$\Delta\delta$: Vektor koreksi sudut fasa tegangan

$\Delta|V|$: Vektor koreksi magnitudo tegangan

H, L, M, N merupakan elemen-elemen off diagonal dan diagonal dari submatrik Jacobian yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.10) dan (3.11).

Dimana :

$$H_{ik} = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} \quad N_{ik} = \frac{\partial P_i}{\partial |V_k|}$$

$$M_{ik} = \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} \quad L_{ik} = \frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|}$$

Adapun rumus dari elemen matrik Jacobian adalah :

Untuk H :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} = |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots(3.13)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots(3.14)$$

Untuk N :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} = |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots(3.15)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} = 2|V_i Y_{ii}| \cos \theta_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots(3.16)$$

Untuk M :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} = |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots(3.17)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots(3.18)$$

Untuk L :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} = |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots(3.19)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} = 2|V_i Y_{ii}| \sin \theta_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots(3.20)$$

Untuk menghitung selisih daya, maka mula-mula ditentukan harga awal tegangan simpul dan sudut fasanya, kemudian daya aktif dan reaktif dihitung dengan menggunakan persamaan (3.10) dan (3.11). Selisih daya antara daya yang telah ditentukan dengan daya hasil perhitungan ini merupakan perubahan daya yang terjadi pada simpul.

Magnitude tegangan dan sudut fasa yang diasumsikan ($|V|$) dan (δ) serta selisih daya yang dihitung (ΔP_i dan ΔQ_i) digunakan untuk memperoleh elemen-elemen matrik Jacobian.

Persamaan (3.16) diselesaikan untuk menghitung vektor koreksi magnitude tegangan ($\Delta|V|$) dan sudut fasa tegangan ($\Delta\delta$) yang baru sehingga diperoleh harga magnitude tegangan dan sudut fasa yang baru :

$$|V^{k+1}| = |V|^k + \Delta|V|^k \dots\dots\dots(3.21)$$

$$\Delta^{k+1} = \delta^k + \Delta\delta^k \dots\dots\dots(3.22)$$

Proses perhitungan akan berulang sampai selisih daya aktif dan reaktif antara yang dijadwalkan dan dihitung, yaitu ΔP dan ΔQ untuk semua simpul mendekati nilai toleransi atau proses perhitungan iterasi mencapai konvergen.

3.7. Metode *Incorporating Composite Load Models*^[1]

3.7.1. Pemodelan Beban^[1]

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

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

Umumnya pada beberapa metode aliran daya sebuah beban dianggap sebagai daya aktif dan reaktif yang konstan. Hal ini dikenal dengan model beban daya konstan dan tidak dipengaruhi *magnitude* tegangan. Dengan kata lain selain sebagai model daya beban daya konstan, sebuah beban dapat dimodelkan sebagai impedansi konstan dan arus konstan. Pada model beban arus konstan daya aktif dan daya reaktif pada beban berubah secara linier terhadap *magnitude* tegangan. Pada model beban impedansi konstan, daya aktif dan daya reaktif berubah secara kuadratik terhadap *magnitude* tegangan.

Pernyataan umum untuk daya aktif dan reaktif yang nyata pada suatu beban untuk model-model beban diatas adalah : (R.Ranjan, B. Venkatesh and D. Das, Vol.23 No.1 2003)

$$P^0(m2) = P(m2)(\alpha_0 + \alpha_1 V + \alpha_2 V^2 + \alpha_3 V^{e1}) \dots\dots\dots(3.23)$$

$$Q^0(m2) = Q(m2)(\beta_0 + \beta_1 V + \beta_2 V^2 + \beta_3 V^{e2}) \dots\dots\dots(3.24)$$

Variasi daya aktif dan reaktif dengan *magnitude* tegangan yang mempunyai karakteristik berbeda digunakan pada bentuk *eksponensial* untuk komponen aktif dan reaktif pada beban daya diatas. Didalam algoritma nilai $e_1 = 1.38^{[1]}$ dan $e_2 = 3.22^{[1]}$, sedangkan nilai aktual dari α dan β adalah sebagai berikut:

$$\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1.0 \dots\dots\dots(3.25)$$

$$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1.0 \dots\dots\dots(3.26)$$

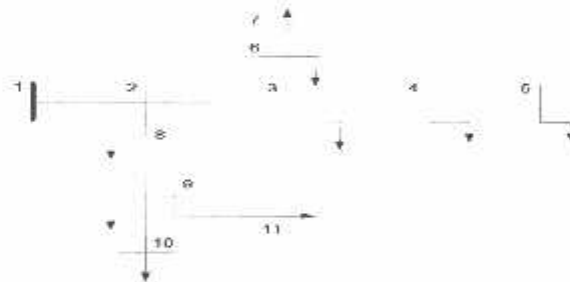
Berdasarkan referensi jurnal “*Voltage Stability for Radial Distribution Networks*”, *IE(I) Journal-EL*, Vol. 84, Des 2003.^[7] Penggabungan model beban dengan metode *Incorporating Composite Load Models* seperti pada persamaan

(3.23) dan (3.24) mempunyai komposisi 40% untuk model beban daya konstan, 30% model beban arus konstan dan 30% model beban impedansi konstan.

3.7.2. Persamaan Aliran Daya dengan Model Beban^[1]

Struktur pada sistem distribusi seperti sebuah pohon dengan beberapa cabang dan dahan seperti terlihat pada gambar dibawah. Struktur umum dari sistem distribusi ini (satu sumber dan konfigurasi radial) telah dimanfaatkan sepenuhnya untuk mengembangkan beberapa metode aliran daya yang efisien. Pada skripsi ini dibahas persamaan aliran daya pada sistem distribusi radial dengan satu sumber, satu penyulang utama, beberapa saluran dan sub saluran. Untuk sebuah sistem yang seperti itu jumlah cabang n_b dan jumlah bus-nya n dihubungkan melalui :

$$n_b = n - 1 \dots\dots\dots(3.27)$$



Gambar 3-3. Jaringan Distribusi Radial

Sumber : R.Ranjan, B. Venkatesh and D. Das. "Load-Flow Algorithm of Radial Distribution Network Incorporating Composite Load Model". International Journal of Power and Energi Systems, Vol.23 No.1 2003

Dari gambar diatas, saluran j pada sistem distribusi terhubung antara rel $m1$ dan rel $m2$, rel $m1$ adalah sumber /rel utama. Impedansi saluran seri pada saluran masing-masing adalah $(R(j) + jX(j))$



Gambar 3-4. Persamaan Elektrik Jaringan Distribusi Radial

Sumber : R.Rarjan, D. Venkatesh and D. Das, "Load-Flow Algorithm of Radial Distribution Network Incorporating Composite Load Model", International Journal of Power and Energi Systems, Vol.23 No.1 2003

Persamaan daya aktif dan reaktif yang menuju rel m2 adalah $P(m2)$ dan $Q(m2)$. Berdasarkan pertimbangan m2- 2 pernyataan matematika untuk $P(m2)$ dan $Q(m2)$, perhitungannya diberikan di bawah ini:

$$P(2) = \sum_{i=2}^{NB} PL(i) + \sum_{i=2}^{NB-1} LP(i) \dots\dots\dots(3.28)$$

$$Q(2) = \sum_{i=2}^{NB} QL(i) + \sum_{i=2}^{NB-1} LQ(i) \dots\dots\dots(3.29)$$

dimana:

$PL(i)$ = daya beban nyata dari i^{th} node

$QL(i)$ = daya beban reaktif dari i^{th} node

$LP(i)$ = rugi daya nyata dari cabang-i

$LQ(i)$ = rugi daya reaktif dari cabang-i

Suatu model matematika dari jaringan distribusi radial ^[6] dapat dengan mudah diperoleh dari gambar 3-4 diatas :

$$I(j) = \frac{|V(m1)| < \delta(m1) - |V(m2)| < \delta(m2)}{Z(j)} \dots\dots\dots(3.30)$$

dan

$$P(m2) - jQ(m2) = V^*(m2) * I(j) \dots\dots\dots(3.31)$$

dimana $Z(j) = R(j) + jX(j)$, dan m1 dan m2 rel sumber/pengirim dan rel penerima akhir yang berturut-turut.

$P(m2)$ = penjumlahan daya beban nyata dari semua node di luar *node* $m2$ ditambah daya beban nyata *node* $m2$ itu sendiri ditambah rugi-rugi daya nyata dari semua cabang di luar *node* $m2$.

$Q(m2)$ = penjumlahan daya beban reaktif dari semua node di luar *node* $m2$ ditambah daya beban reaktif *node* $m2$ itu sendiri ditambah jumlah rugi-rugi daya reaktif dari semua cabang di luar *node* $m2$.

Dari persamaan (3.30) dan (3.31) diperoleh :

$$|V(m2)| = \sqrt{\{B(j) - A(j)\}} \dots\dots\dots(3.32)$$

dimana

$$A(j) = P(m2) * R(j) + Q(m2) * X(j) - 0.5 * |V(m1)|^2 \dots\dots\dots(3.33)$$

$$B(j) = \sqrt{\{A^2(j) - \{Z^2(j) * \{P^2(m2) + Q^2(m2)\}\}\}} \dots\dots\dots(3.34)$$

Karena dalam metode penggabungan model beban ini dipertimbangkan untuk sistem, maka tegangan awal ($|V(i)| = 1.0$ p.u. untuk $i = 1 \dots NB$). Penggunaan (3.32) untuk menghitung tegangan pada masing-masing yang terhubung dengan node akhir. Tegangan baru dibandingkan tegangan lama pada setiap iterasi, dan jika *error* kurang dari 0.0001 p.u. untuk masing-masing *node* penyelesaiannya konvergen.

$$|V(m2) - V(m2)| < 0.0001 \text{ p.u. (untuk } m2 = 1 \dots NB) \dots\dots\dots(3.36)$$

3.8. Algoritma Perhitungan

Analisa penyelesaian perhitungan tegangan tiap bus, aliran daya dan rugi-rugi daya tiap saluran dengan metode *Incorporating Composite Load Models* pada jaringan distribusi radial, mengikuti algoritma sebagai berikut :

1. Masukkan data saluran dan pembebanan
 2. Memulai melakukan perhitungan waktu awal
 3. Membentuk matrik $[A]$ menggunakan topologi jaringan radial dengan persamaan (3.9)
 4. Mengasumsikan rugi-rugi saluran awal sama dengan 0, tegangan sumber sama dengan 1 pu dan iterasi dihitung mulai dari 0.
 5. Menghitung pemodelan beban daya aktif dan daya reaktif awal dengan persamaan (3.23) dan (3.24)
 6. Menghitung daya aktif dan daya reaktif tiap saluran dengan Metode *Backward* persamaan (3.28) dan (3.29)
 7. Menghitung tegangan tiap bus dengan Metode *Forward* persamaan (3.32)
 8. Mengecek konvergensi hasil perhitungan tegangan apakah hasilnya lebih kecil dari 0.0001 pu, bila tidak maka proses perhitungan diulangi dengan menambah iterasi semula + 1 sampai hasil yang didapat konvergen
 9. Apabila konvergen, mengakhiri perhitungan waktu
 10. Menghitung selisih perhitungan waktu akhir dengan perhitungan waktu awal
 11. Cetak hasil
-

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS HASIL

4.1. Umum

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

Untuk solusi dari permasalahan-permasalahan diatas maka dipergunakan suatu alternatif metode yang disebut *Incorporating Composite Load Models*, dan kelebihan metode ini antara lain :

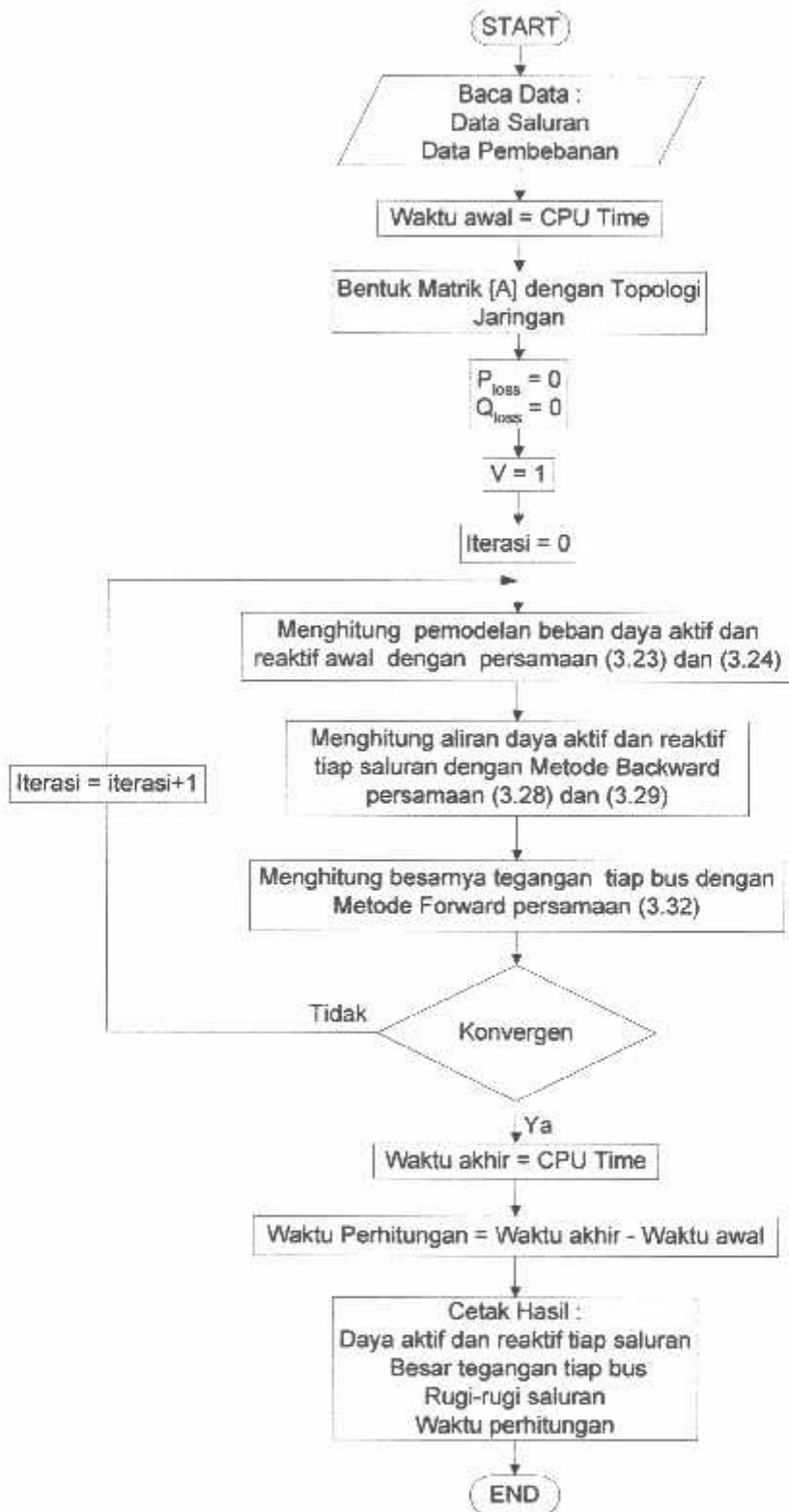
- Dapat dipakai untuk jaringan radial
- Perhitungan dengan metode ini lebih sederhana, sehingga konvergensi dari proses perhitungan akan tercapai lebih cepat
- Algoritma sederhana

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

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

Dalam penyusunan skripsi ini dilakukan beberapa tahapan, yaitu : tahap pertama mempelajari metode analisa daya yang digunakan untuk menghitung besar tegangan, aliran daya, rugi-rugi saluran. Tahap kedua adalah mencari data yang diperlukan sebagai penunjang dalam penyusunan skripsi ini dan data-data yang diperlukan adalah *single line diagram*, impedansi saluran dan data pembebanan rata-rata. Tahap ketiga yaitu mengolah data-data sebelum dimasukkan ke dalam program komputer. Tahap keempat yaitu pembuatan program komputer untuk menghitung aliran daya serta rugi-rugi daya dengan menggunakan program Matlab versi 6.1. Tahap kelima yaitu memasukkan data-data yang diperoleh kedalam program komputer.

4.2. Flowchart Penyelesaian Masalah



4.3. Data Perhitungan

Perhitungan aliran daya pada skripsi ini mengambil data dari GI Blimbing Malang yang melayani 9 (sembilan) buah penyulang, namun dalam skripsi ini hanya menganalisa satu penyulang saja, yaitu pada Penyulang Asahan. Sistem distribusi radial Penyulang Asahan memakai tegangan distribusi 20 kV. Untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya terlebih dahulu ditetapkan *Single Line Diagram* yang akan dianalisa. Agar perhitungan lebih mudah maka digunakan sistem *per-unit* (pu), dimana dasar yang digunakan :

- Tegangan dasar : 20 kV
- Daya dasar : 100 kVA

Selanjutnya *node-node* yang ada diklasifikasikan, yaitu *Busbar* GI Blimbing diasumsikan sebagai *slack bus*, sedangkan *node-node* yang lain sepanjang saluran radial dipandang sebagai *load bus*. Dalam hal ini tidak ada bus generator karena sepanjang saluran tidak terdapat pembangkitan.

4.3.1. Data Saluran

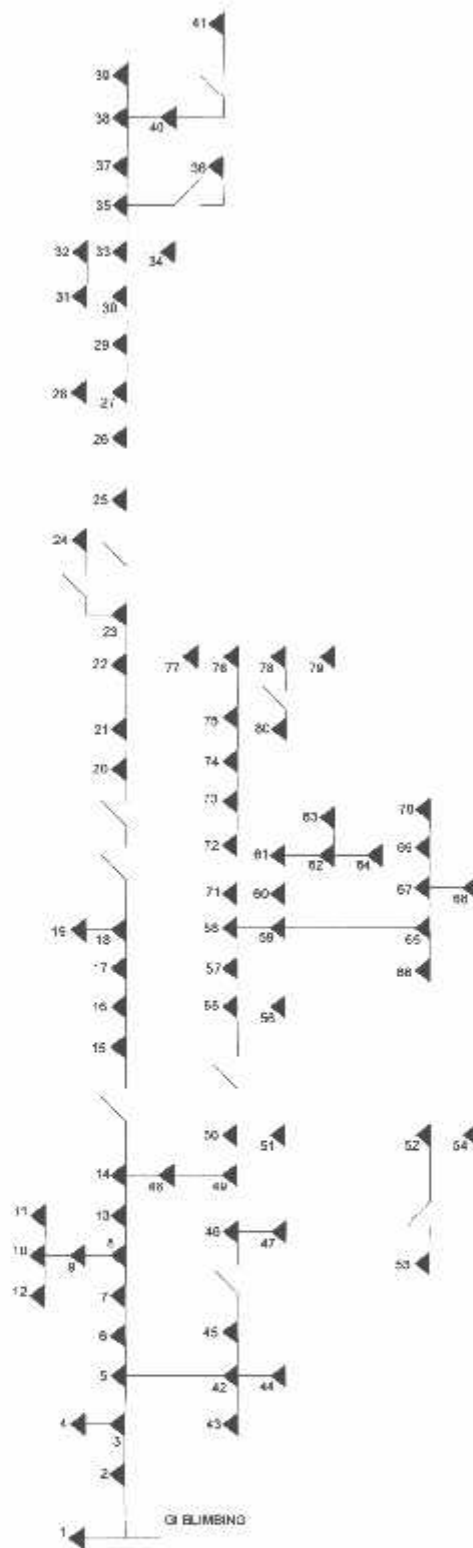
Jaringan distribusi primer GI Blimbing menggunakan saluran kabel udara dengan spesifikasi jenis konduktor yang digunakan seperti pada table 4-1 berikut :

Tabel 4-1

Data Jenis Konduktor Penyulang Asahan

Jenis Konduktor	Penampang nominal (mm) ²	Impedansi Urutan Positif (Ω/km)	GMR (mm)	Kuat Hantar Arus (A)
AAAC	150	0.2162+j0.3305	5.2365	425
AAAC	120	0.2688+j0.3376	4.6837	365
AAAC	70	0.4608+j0.3572	3.4262	255
AAAC	50	0.6452+j0.3678	2.8957	210

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Unit Bisnis Distribusi Jawa Timur Area Pelayanan Malang



Gambar 4-1. Single Line Diagram Penyulang Asahan

Sumber : PT PLN (PERSERO) Unit Distribusi Jawa Timur Area Pelayanan Malang

Untuk mengubah nilai impedansi saluran ke dalam satuan per-unit, maka sebelumnya harus ditentukan besarnya nilai impedansi dasar (Z_{dasar}) yang digunakan adalah :

$$Z_{\text{dasar}} = \frac{(\text{Tegangan dasar, } kV_{L-N})^2}{\text{Dasar } MVA_{1\phi}} = \frac{20^2}{0,1} = 4000 \Omega$$

Sehingga besarnya nilai impedansi dalam satuan per-unit :

$$Z_{pu} = \frac{Z_{\Omega}}{4000}$$

Tabel 4-2

Data Impedansi Pada Tiap-tiap Saluran Penyulang Asahan

No. Saluran	Dari node	Ke node	R (Ohm)	X (Ohm)	Panjang Saluran (m)
1	1	2	0.117501	0.137560	405
2	2	3	0.111717	0.128036	376
3	3	4	0.154568	0.094196	92
4	3	5	0.010696	0.012259	36
5	5	6	0.014856	0.017026	50
6	6	7	0.001486	0.001703	5
7	7	8	0.009805	0.011237	33
8	8	9	0.024214	0.037016	112
9	9	10	0.001513	0.002314	7
10	10	11	0.010378	0.015864	48
11	10	12	0.003675	0.005619	17
12	8	13	0.018719	0.021453	63
13	13	14	0.016639	0.019069	56
14	14	15	0.136972	0.156980	461
15	15	16	0.013668	0.015664	46

Tabel 4-2. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

4.3.2. Data Pembebanan

Data pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing-masing trafo distribusi dan persentase pembebanan dari tiap-tiap bus dengan asumsi bahwa sistem berada pada kondisi normal dengan faktor daya sebesar 0.85. Jika besarnya pembebanan adalah nol, maka pada node tidak terdapat trafo distribusi

tetapi hanya merupakan simpul (node penghubung). Pada tahap ini rugi-rugi yang terjadi pada trafo distribusi diabaikan. Contoh perhitungan dilakukan pada bus no. 2 sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas Trafo} = 200 \text{ kVA}$$

$$\text{Beban Gardu} = 80.68\%$$

$$\text{Faktor Daya} = \cos \theta = 0.85$$

$$\sin \theta = 0.5267$$

$$\text{Pembebanan} = 200 \times 80.68\% = 161.36 \text{ kVA}$$

$$\text{Beban Aktif} = 161.36 \times \cos \theta = 161.36 \times 0.85 = 137.156 \text{ kW}$$

$$\text{Beban Reaktif} = 161.36 \times \sin \theta = 161.36 \times 0.5267 = 84.988 \text{ kVAR}$$

Dengan cara yang sama perhitungan dapat dilanjutkan untuk bus-bus yang lain, adapun data pembebanan seperti pada tabel 4-3.

Tabel 4-3

Data Pembebanan Pada Tiap-tiap Bus Penyulang Asahan

No. Node	No. Gardu	Kapasitas (kVA)	Beban Gardu (%)	Data Beban	
				P (kW)	Q (kVAR)
1	-	0	0	0.00	0.00
2	39	200	80.68	137.16	84.99
3	-	0	0	0.00	0.00
4	267	100	80.24	68.20	42.26
5	-	0	0	0.00	0.00
6	125	160	137.56	187.08	115.92
7	124	100	33.96	28.89	17.90
8	-	0	0	0.00	0.00
9	128	160	19.95	27.13	16.81
10	-	0	0	0.00	0.00
11	623	200	17	28.90	17.91
12	757	630	70	374.85	232.27
13	622	100	88	74.80	46.35
14	-	0	0	0.00	0.00
15	286	200	70.41	119.70	74.17

Tabel 4-3. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

4.4. Analisa Perhitungan

Perhitungan aliran daya diawali dengan melakukan studi aliran daya dengan metode *Incorporating Composite Load Models*. Studi aliran daya dilakukan untuk mengetahui harga tegangan tiap-tiap 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 yang dipilih pada studi aliran daya ini adalah 20 kV dan 100 kVA sebagai harga tegangan dasar dan daya dasar. Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan pengukuran faktor daya maka perhitungan ini diambil harga faktor daya sebesar 0,85.

4.5. Perhitungan Aliran Daya Penyulang

Perhitungan dapat dilakukan dengan menampilkan *single line diagram* dari penyulang yang mewakili keadaan sistem yang sesungguhnya. Dari gambar 4-1 diperlihatkan *single line diagram* dari penyulang Asahan. Pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing-masing adalah :

- ✓ Slack bus : 1
- ✓ Load bus : 80
- ✓ Jumlah saluran : 79

Dengan mengacu pada gambar 4-1 maka dapat dilakukan analisa perhitungan aliran daya pada penyulang Asahan. Perhitungan dimulai dengan menjumlahkan daya tiap-tiap node, dimulai dari node paling akhir sampai node

awal, dan diamsusikan tegangan awal adalah 1 pu atau 20 kV. Setelah semua daya pada setiap node dijumlahkan selanjutnya dilakukan dengan menghitung besar tegangan setiap node dengan memasukkan nilai daya yang baru, dimulai dari node paling awal sampai node akhir. Dengan menggunakan bantuan program komputer untuk analisa aliran daya metode *Incorporating Composite Load Models* maka didapatkan besar tegangan dan aliran daya tiap-tiap saluran serta besarnya rugi daya pada saluran penyulang Asahan seperti pada tabel 4-4 dan 4-5.

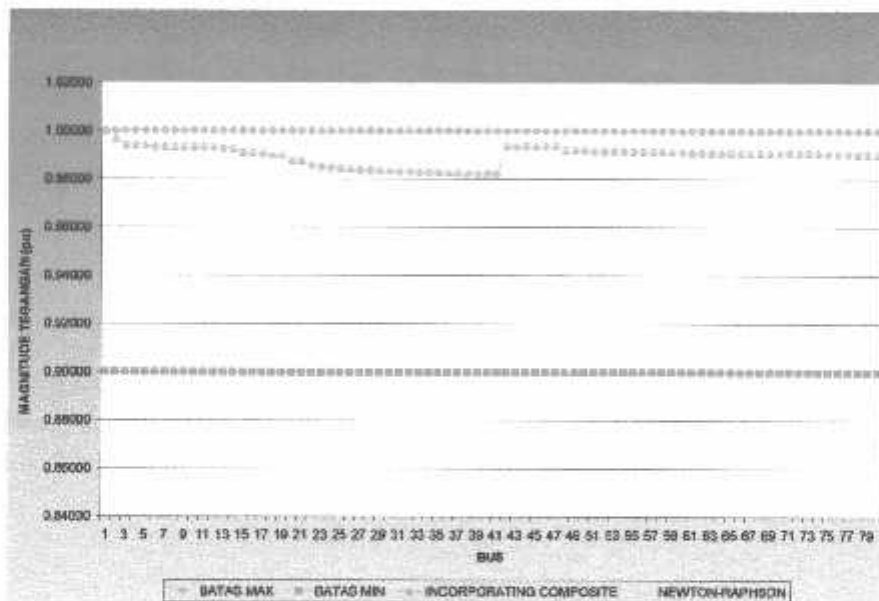
Tabel 4-4

Kondisi Tegangan Tiap-tiap Bus dengan Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

Incorporating Composite		Newton-Raphson	
No. Bus	Tegangan (pu)	No. Bus	Tegangan (pu)
1	1.00000	1	1.00000
2	0.99693	2	0.99691
3	0.99410	3	0.99407
4	0.99407	4	0.99403
5	0.99384	5	0.99380
6	0.99348	6	0.99345
7	0.99345	7	0.99341
8	0.99323	8	0.99319
9	0.99317	9	0.99313
10	0.99317	10	0.99313
11	0.99317	11	0.99313
12	0.99316	12	0.99312
13	0.99283	13	0.99279
14	0.99249	14	0.99244
15	0.99106	15	0.99099

Tabel 4-4 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

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. Dari tabel 4-4 dapat dilihat bahwa perubahan tegangan dari asumsi tegangan awal tiap-tiap node masih berkisar antara -10% sampai 5%. Ini berarti tegangan masih dalam batas-batas yang diijinkan, dengan tegangan terendah terjadi pada node ke 39(lihat lampiran), yang besarnya adalah 0.98244 pu atau 19.6488 kV untuk metode *Incorporating Composite Load Models*. Sedangkan untuk metode *Newton-Raphson* besarnya adalah 0.98226 pu atau 19.6452kV



Grafik 4-1. Perbandingan Tegangan Tiap-tiap Bus dengan Asumsi Tegangan Awal

Hasil perhitungan aliran daya untuk perhitungan pada sistem 20 kV dari hasil keluaran program dapat dilihat pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4-5

Aliran Daya Tiap Saluran dengan Metode *Incorporating Composite Load Models dan Newton Raphson*

No. Saluran	Dari Bus	Ke Bus	Incorporating Composite		Newton-Raphson	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	1	2	6011.736	3765.845	6065.296	3796.677
2	2	3	5860.072	3663.683	5913.094	3694.080
3	3	4	67.939	42.136	68.202	42.262
4	3	5	5778.610	3606.064	5831.230	3636.163
5	5	6	5509.539	3430.428	5561.319	3460.217
6	5	42	267.716	174.097	268.632	174.482
7	6	7	5321.869	3313.271	5372.626	3342.448
8	7	8	5292.901	3295.207	5343.585	3324.376
9	8	9	428.654	265.780	430.898	267.018
10	8	13	4863.182	3028.221	4911.703	3056.230
11	9	10	401.575	248.949	403.752	250.184
12	10	11	28.823	17.900	28.900	17.910
13	10	12	372.651	230.947	374.851	232.273
14	13	14	4787.206	2980.285	4835.315	3008.061
15	14	15	2415.173	1506.460	2447.204	1525.526

Tabel 4-5 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Hasil perhitungan aliran daya dengan menggunakan bantuan program komputer dengan spesifikasi Intel Pentium IV 2,4 GHz dengan memori 256 MB, seperti terlihat pada tabel 4-5, serta dapat diketahui besar rugi daya aktif dan daya reaktif tiap saluran seperti terlihat pada tabel 4-6.

Tabel 4-6

Rugi-rugi Daya Tiap Saluran dengan Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

No. Saluran	Dari Bus	Ke Bus	Incorporating Composite		Newton-Raphson	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	1	2	14.783	17.306	15.041	17.609
2	2	3	13.422	15.383	13.661	15.656
3	3	4	0.002	0.002	0.003	0.002
4	3	5	1.255	1.439	1.278	1.465
5	5	6	1.584	1.815	1.613	1.849
6	5	42	0.029	0.019	0.029	0.019
7	6	7	0.148	0.170	0.151	0.173
8	7	8	0.965	1.106	0.984	1.127
9	8	9	0.016	0.024	0.016	0.024
10	8	13	1.557	1.784	1.588	1.820
11	9	10	0.001	0.001	0.001	0.001
12	10	11	0.000	0.000	0.000	0.000
13	10	12	0.002	0.003	0.002	0.003
14	13	14	1.342	1.538	1.369	1.568
15	14	15	2.817	3.228	2.891	3.314

Tabel 4-6 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

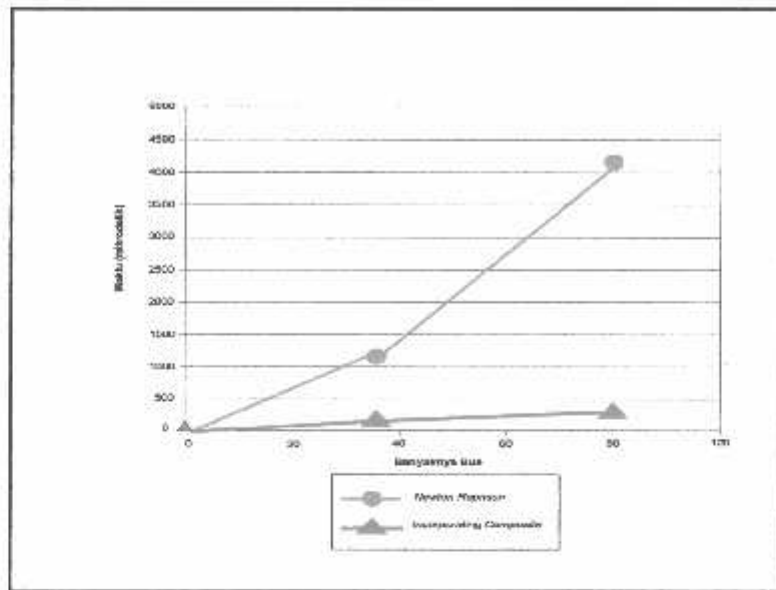
Perhitungan pada metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton-Raphson* mempunyai akurasi yang hampir sama, dalam hal ini menghasilkan perhitungan tegangan, aliran daya beserta rugi-rugi saluran.

Besar total rugi daya aktif 54.3112 kW dan besar daya reaktif 62.7803 kVAR. Dan waktu yang dibutuhkan untuk proses perhitungan 4.094 detik lebih cepat dibanding dengan metode *Newton-Raphson*. Perbandingan waktu perhitungan dapat dilihat pada tabel 4-7 dan grafik 4-2.

Tabel 4-7

Perbandingan Waktu Perhitungan Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton-Raphson*

METODE	WAKTU (detik)	ITERASI
Incorporating Composite	0.281	3
Newton-Raphson	4.375	2



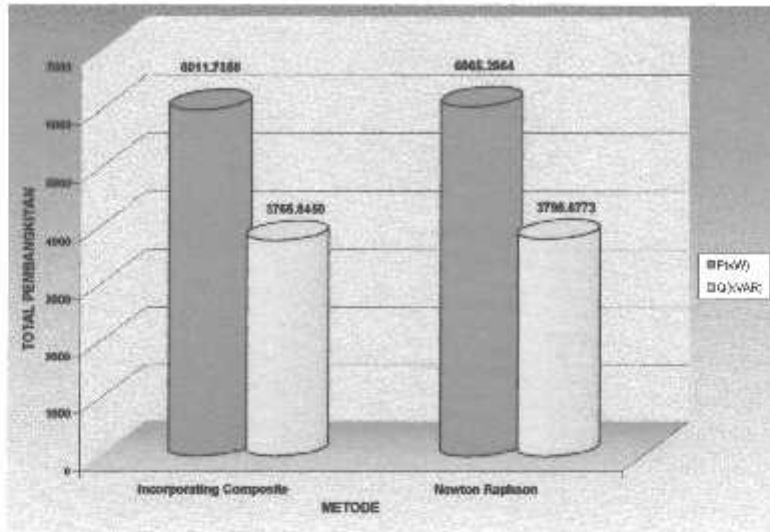
Grafik 4-2. Perbandingan Waktu Perhitungan Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

Berdasarkan grafik di atas, terjadi peningkatan waktu seiring dengan bertambahnya bus yang dihitung, hal ini karena semakin banyaknya bus yang dihitung maka proses waktu perhitungan aliran daya akan semakin bertambah. Namun metode *Incorporating Composite Load Models* masih tetap tetap menghasilkan waktu perhitungan lebih cepat dari metode *Newton Raphson*. Pada sistem 34 bus metode *Newton Raphson* adalah 1.140 detik dan metode *Incorporating Composite Load Models* 0.078 detik, sedangkan pada sistem 80 bus metode *Newton Raphson* adalah 4.375 detik dan metode *Incorporating Composite Load Models* adalah 0.281 detik

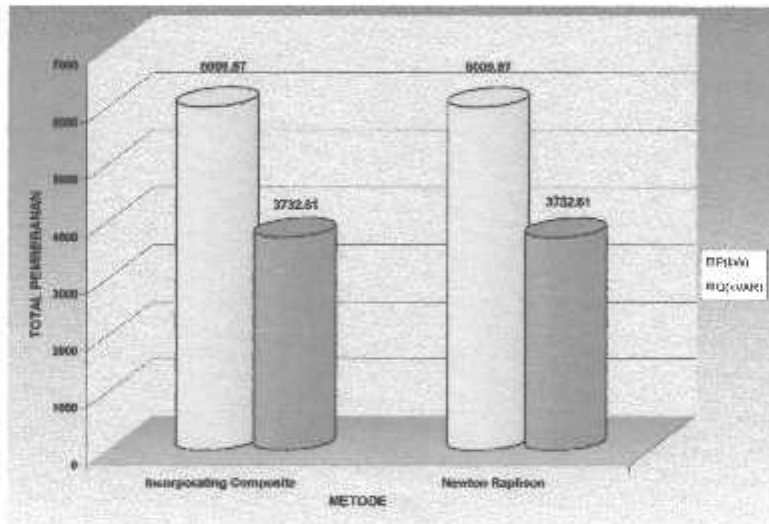
Tabel 4-8

Hasil Perhitungan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi Daya dengan metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

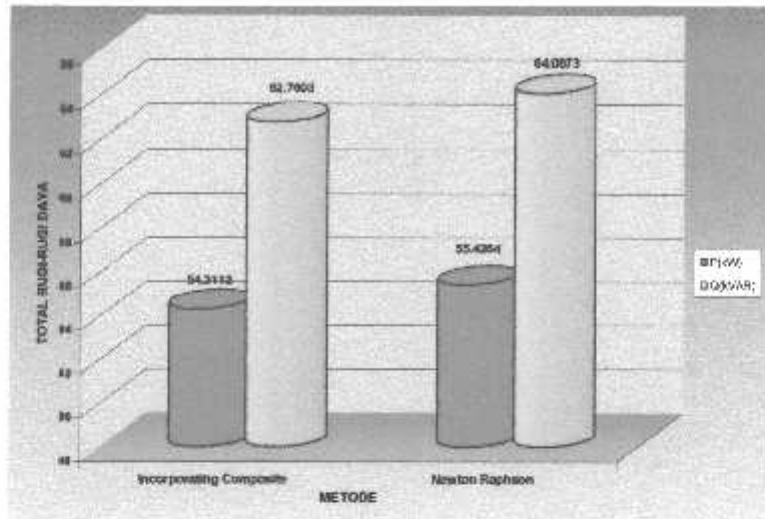
Metode	Total Pembangkitan		Total Pembebanan		Total Rugi Daya	
	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
Incorporating Composite	6011.7358	3765.8450	6009.87	3732.61	54.3112	62.7803
Newton Raphson	6065.2964	3796.6773	6009.87	3732.61	55.4264	64.0673



Grafik 4-3. Perbandingan Total Pembangkitan Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*



Grafik 4-4. Perbandingan Total Pembebanan Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*



Grafik 4-5. Perbandingan Total Rugi-Rugi Daya Metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

4.6. Persentase Rugi Daya dan Pembebanan Pada Penyulang Asahan

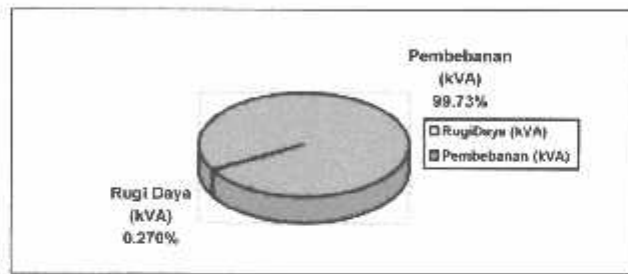
Metode *Incorporating Composite* :

$$\begin{aligned}
 \text{Rugi Daya (\%)} &= \frac{\text{Total Rugi Daya (kVA)}}{\text{Total Pembangkitan (kVA)}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Total Pembangkitan} - \text{Total Pembebanan}}{\text{Total Pembangkitan}} \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{\text{Total Pembebanan}}{\text{Total Pembangkitan}} \right) \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{7074.6671}{7093.8393} \right) \times 100\% \\
 &= 0.270\%
 \end{aligned}$$

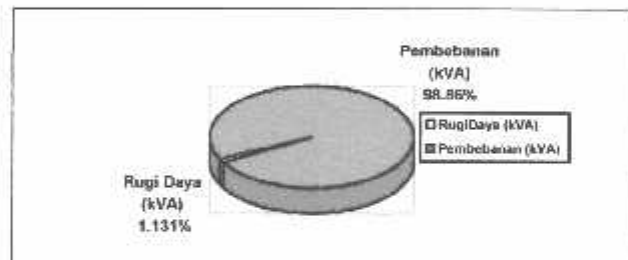
Metode *Newton Raphson* :

$$\text{Rugi Daya (\%)} = \frac{\text{Total Rugi Daya (kVA)}}{\text{Total Pembangkitan (kVA)}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Pembangkitan} - \text{Total Pembebanan}}{\text{Total Pembangkitan}} \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{\text{Total Pembebanan}}{\text{Total Pembangkitan}} \right) \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{7074.6671}{7155.5977} \right) \times 100\% \\
 &= 1.131\%
 \end{aligned}$$



a



b

Grafik 4-6. Persentase Rugi Daya Dan pembebanan Pada Penyulang Asahan
 (a) Metode *Incorporating Composite Load Models*
 (b) Metode *Newton Raphson*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian, metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson* pada jaringan distribusi 20 kV di Gardu Induk Blimbing Penyulang Asahan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Incorporating Composite Load Models* mempunyai total rugi-rugi daya pada saluran sebesar : $54.3112 + j62.7803$. Dengan metode *Newton Raphson* total rugi-rugi pada saluran sebesar : $55.4264 + j64.0673$. Sehingga metode *Incorporating Composite Load Models* mempunyai hasil perhitungan yang tidak jauh berbeda dengan metode *Newton Raphson* dalam menghitung aliran daya dan rugi-rugi daya pada setiap saluran.
2. Dari hasil perhitungan, terlihat bahwa nilai tegangan tiap-tiap bus masih berada pada batas-batas yang diijinkan, yaitu antara -10% sampai +5% (0.9 pu - 1.05 pu). Diketahui bahwa nilai yang paling rendah terjadi pada bus no. 39 dengan nilai tegangan 0.98244 pu atau 19.6494 kV atau mengalami penurunan sebesar 1,756 % dari tegangan awal.
3. Metode *Incorporating Composite Load Models* terbukti efisien dalam menyelesaikan permasalahan aliran daya pada jaringan distribusi yang mempunyai jumlah cabang, jumlah bus yang banyak dan perbandingan rasio R/X yang tinggi, dengan tingkat ketelitian yang tidak jauh berbeda dengan

metode *Newton Raphson* dalam menghasilkan perhitungan aliran daya beserta rugi-rugi salurannya tetapi waktu perhitungan yang lebih cepat.

4. Waktu perhitungan dan jumlah iterasi metode *Incorporating Composite Load Models* dengan menggunakan Program Matlab versi 6.1 dijalankan pada prosesor Intel Pentium IV 2.4 GHz dengan memory 256 Mb hanya membutuhkan waktu 0.281 detik dengan 3 iterasi, metode *Newton-Raphson* membutuhkan waktu 4.375 detik dengan 2 iterasi. Ini disebabkan karena metode *Incorporating Composite Load Models* perhitungannya sederhana, penomoran titik/cabang tidak memerlukan teknik penomoran yang spesifik dan juga beban tergantung dengan tegangan, metode *Newton-Raphson* memerlukan perhitungan matrik jacobian, rangkaian perkalian matrik dan matrik pembalik.

5.2. Saran

Perhitungan aliran daya dengan menggunakan metode *Incorporating Composite Load Models* (penggabungan model beban) yang telah dibahas perlu dilakukan pengujian-pengujian lagi dengan jumlah cabang, jumlah bus, saluran dan pembebanan yang lebih banyak serta struktur distribusi tidak hanya terbatas pada jaringan radial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R. Ranjan, B. Venkatesh, D. Dash, "Load Flow Algorithm of Radial Distribution Networks Incorporating Composite Load Model", *International Journal of Power and Energi Systems*, Vol. 23, No. 1, 2003.
 - [2]. M.E. El-Hawary & L.G. Dias, *Incorporating of Load Models in Load Flow Studies*, *IEE Proc, Part C*, 134(1), 1987, 27-30.
 - [3]. D. Thukaram, H.M. Wijekoon Banda & J. Jerome, "A Robust Three Phase Power Flow Algorithm For Radial Distribution System", *Electrical Power System Research*, 50(3), 1999, 227-236.
 - [4]. William D. Stevensen, JR "Analisis Sistem Tenaga Listrik", Edisi ke-4, Erlangga 1996.
 - [5]. Djiteng Marsudji " Operasi Sistem Tenaga listrik Listrik", Balai Penerbit Dan Humas ISTN 1990.
 - [6]. Hasan Basri, Ir "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan Humas IST Bumi Srengsreng Indah P. Minggu, Jakarta Selatan, 1996.
 - [7]. S. Sivanagaraju, Dr N. Sreenivasulu, Dr M. Vijayakumar, "Voltage Stability for Radial Distribution Networks", *IE(I) Journal-EL*, Vol. 84, Dec 2003.
 - [8]. M.M.Salama, A.Y. Chikhani, "A Simplified Network Approach to the VAR Control Problem for Radial Distribution Systems", *IEEE Tran. Power Delivery*, Vol.8, No.3, Jul 1993, pp1529-1535.
 - [9]. Evi Arisanti, "Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode Voltage Dependent Load Models Pada Jaringan Distribusi Radial Seimbang di Penyulang Asahan GI Blimbing, 96.12.115, April 2003, ITN Malang.
-

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel 4-2

Data Impedansi Pada Tiap-tiap Saluran Penyulang Asahan

No. Saluran	Dari node	Ke node	R (Ohm)	X (Ohm)	Panjang Saluran (m)
1	1	2	0.117501	0.137560	405
2	2	3	0.111717	0.128036	376
3	3	4	0.154568	0.094196	92
4	3	5	0.010696	0.012259	36
5	5	6	0.014856	0.017026	50
6	6	7	0.001486	0.001703	5
7	7	8	0.009805	0.011237	33
8	8	9	0.024214	0.037016	112
9	9	10	0.001513	0.002314	7
10	10	11	0.010378	0.015864	48
11	10	12	0.003675	0.005619	17
12	8	13	0.018719	0.021453	63
13	13	14	0.016639	0.019069	56
14	14	15	0.136972	0.156980	461
15	15	16	0.013668	0.015664	46
16	16	17	0.014797	0.016958	49.8
17	17	18	0.106369	0.121906	358
18	18	19	0.046730	0.028478	78
19	18	20	0.232051	0.265946	781
20	20	21	0.005942	0.006810	20
21	21	22	0.188077	0.215549	633
22	22	23	0.095970	0.109988	323
23	23	24	0.031792	0.036436	107
24	23	25	0.041745	0.047843	140.3
25	25	26	0.068635	0.078660	231
26	26	27	0.029712	0.034052	100
27	27	28	0.029712	0.034052	100
28	27	29	0.097158	0.111350	327
29	29	30	0.019313	0.022134	65
30	30	31	0.078737	0.090238	265
31	31	32	0.055264	0.063337	186
32	30	33	0.048728	0.055845	164
33	33	34	0.009805	0.011237	33
34	33	35	0.030009	0.034393	101
35	35	36	0.050845	0.066131	197
36	35	37	0.058533	0.067082	197
37	37	38	0.078737	0.090238	265

38	38	39	0.016215	0.024788	75
39	38	40	0.014262	0.016345	48
40	40	41	0.040408	0.046311	136
41	5	42	0.113182	0.072442	199.4
42	42	43	0.044329	0.034363	96.2
43	42	44	0.011675	0.017847	54
44	42	45	0.018801	0.014574	40.8
45	45	46	0.017234	0.013359	37.4
46	46	47	0.017945	0.027432	83
47	14	48	0.016561	0.025316	76.6
48	48	49	0.014918	0.022805	69
49	49	50	0.018161	0.027762	84
50	50	51	0.025255	0.028944	85
51	51	52	0.024928	0.028570	83.9
52	52	53	0.025056	0.031198	92.5
53	52	54	0.003565	0.004086	12
54	50	55	0.035803	0.041033	120.5
55	55	56	0.031565	0.048253	146
56	55	57	0.010378	0.015864	48
57	57	58	0.010378	0.015864	48
58	58	59	0.042854	0.033220	93
59	59	60	0.046080	0.035720	100
60	60	61	0.210125	0.162883	456
61	61	62	0.080279	0.048923	134
62	62	63	0.026960	0.016430	45
63	62	64	0.047928	0.029208	80
64	59	65	0.160819	0.124663	349
65	65	66	0.042624	0.033041	92.5
66	65	67	0.117043	0.090729	254
67	67	68	0.084787	0.065725	184
68	67	69	0.023040	0.017860	50
69	69	70	0.110592	0.085728	240
70	58	71	0.017837	0.027266	82.5
71	71	72	0.009945	0.015203	46
72	72	73	0.032835	0.033353	92
73	73	74	0.094464	0.073226	205
74	74	75	0.077875	0.060367	169
75	75	76	0.007567	0.011568	35
76	76	77	0.025944	0.039660	120
77	76	78	0.025944	0.039660	120
78	78	79	0.008648	0.013220	40
79	78	80	0.020736	0.016074	45

Lampiran 2

Tabel 4-3
Data Pembebanan Pada Tiap-tiap Bus Penyulang Asahan

No. Node	No. Gardu	Kapasitas (kVA)	Beban Gardu (%)	Data Beban	
				P (kW)	Q (kVAR)
1	-	0	0	0.00	0.00
2	39	200	80.68	137.16	84.99
3	-	0	0	0.00	0.00
4	267	100	80.24	68.20	42.26
5	-	0	0	0.00	0.00
6	125	160	137.56	187.08	115.92
7	124	100	33.96	28.89	17.90
8	-	0	0	0.00	0.00
9	128	160	19.95	27.13	16.81
10	-	0	0	0.00	0.00
11	623	200	17	28.90	17.91
12	757	630	70	374.85	232.27
13	622	100	88	74.80	46.35
14	-	0	0	0.00	0.00
15	286	200	70.41	119.70	74.17
16	752	200	34	57.80	35.82
17	582	160	13	17.68	10.95
18	0	0	0	0.00	0.00
19	285	25	5	1.06	0.66
20	667	160	51	69.36	42.98
21	354	160	85.46	116.23	72.02
22	26A	100	28.54	24.26	15.03
23	-	0	0	0.00	0.00
24	815	630	75	401.63	248.87
25	384	75	12.63	8.05	4.99
26	818	100	32.2	27.37	16.96
27	-	0	0	0.00	0.00
28	314	150	85.17	108.59	67.29
29	3	200	59.63	101.37	62.81
30	-	0	0	0.00	0.00
31	364	150	42.93	54.74	33.92
32	2	200	78.59	133.60	82.79
33	910	100	45	38.25	23.70
34	234	100	66.83	56.81	35.20
35	-	0	0	0.00	0.00
36	624	630	70	374.85	232.27
37	279A	100	30	25.50	15.80

38	-	0	0	0.00	0.00
39	528	800	75	510.00	316.02
40	279	250	37.07	78.77	48.82
41	80A	200	62	105.40	65.32
42	-	0	0	0.00	0.00
43	668	250	52	110.50	68.48
44	865	200	43	73.10	45.30
45	654	100	23	19.55	12.12
46	-	0	0	0.00	0.00
47	88	100	77	65.45	48.56
48	739	100	53	45.05	27.92
49	495	200	5	8.50	5.27
50	-	0	0	0.00	0.00
51	621	100	13	11.05	6.85
52	-	0	0	0.00	0.00
53	445	630	80	428.40	265.51
54	660	160	7	9.52	5.90
55	-	0	0	0.00	0.00
56	924	200	26	44.20	27.39
57	726	160	29.56	40.20	24.92
58	-	0	0	0.00	0.00
59	-	0	0	0.00	0.00
60	738	200	48.34	82.18	50.92
61	-	0	0	0.00	0.00
62	-	0	0	0.00	0.00
63	913	100	64	54.40	33.72
64	960	160	50	68.00	42.14
65	-	0	0	0.00	0.00
66	372	250	102.24	217.26	134.65
67	-	0	0	0.00	0.00
68	434	160	53	72.08	44.67
69	373	160	62.93	85.58	83.04
70	697	160	93.05	126.55	78.43
71	694	160	10	13.60	8.43
72	767	160	30	40.80	25.29
73	734	160	8.9	12.10	7.50
74	735	160	33.34	45.34	28.10
75	875	160	31.24	42.49	26.33
76	-	0	0	0.00	0.00
77	938	200	12.35	20.99	13.01
78	-	0	0	0.00	0.00
79	939	100	77	65.45	40.56
80	899	1250	80	850.00	526.80

Lampiran 3

Tabel 4-4
Kondisi Tegangan Tiap-tiap Bus dengan metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

Incorporating Composite		Newton-Raphson	
No. Bus	Tegangan (pu)	No. Bus	Tegangan (pu)
1	1.00000	1	1.00000
2	0.99693	2	0.99691
3	0.99410	3	0.99407
4	0.99407	4	0.99403
5	0.99384	5	0.99380
6	0.99348	6	0.99345
7	0.99345	7	0.99341
8	0.99323	8	0.99319
9	0.99317	9	0.99313
10	0.99317	10	0.99313
11	0.99317	11	0.99313
12	0.99316	12	0.99312
13	0.99283	13	0.99279
14	0.99249	14	0.99244
15	0.99106	15	0.99099
16	0.99092	16	0.99086
17	0.99078	17	0.99071
18	0.98976	18	0.98968
19	0.98976	19	0.98968
20	0.98753	20	0.98742
21	0.98747	21	0.98737
22	0.98582	22	0.98569
23	0.98498	23	0.98485
24	0.98493	24	0.98479
25	0.98469	25	0.98455
26	0.98422	26	0.98407
27	0.98401	27	0.98386
28	0.98400	28	0.98385
29	0.98340	29	0.98324
30	0.98328	30	0.98312
31	0.98322	31	0.98306
32	0.98319	32	0.98302
33	0.98303	33	0.98287
34	0.98303	34	0.98287
35	0.98289	35	0.98273
36	0.98281	36	0.98264
37	0.98271	37	0.98254

38	0.98248	38	0.98231
39	0.98244	39	0.98226
40	0.98247	40	0.98229
41	0.98245	41	0.98228
42	0.99373	42	0.99369
43	0.99371	43	0.99368
44	0.99372	44	0.99369
45	0.99372	45	0.99369
46	0.99372	46	0.99368
47	0.99371	47	0.99368
48	0.99230	48	0.99225
49	0.99213	49	0.99208
50	0.99192	50	0.99187
51	0.99187	51	0.99182
52	0.99182	52	0.99177
53	0.99178	53	0.99172
54	0.99182	54	0.99177
55	0.99163	55	0.99158
56	0.99162	56	0.99157
57	0.99154	57	0.99148
58	0.99145	58	0.99139
59	0.99133	59	0.99128
60	0.99130	60	0.99124
61	0.99120	61	0.99115
62	0.99117	62	0.99111
63	0.99116	63	0.99111
64	0.99116	64	0.99110
65	0.99103	65	0.99098
66	0.99100	66	0.99094
67	0.99091	67	0.99085
68	0.99089	68	0.99083
69	0.99089	69	0.99084
70	0.99084	70	0.99078
71	0.99135	71	0.99130
72	0.99130	72	0.99124
73	0.99116	73	0.99110
74	0.99080	74	0.99074
75	0.99052	75	0.99046
76	0.99048	76	0.99042
77	0.99048	77	0.99042
78	0.99037	78	0.99031
79	0.99036	79	0.99030
80	0.99030	80	0.99024

Lampiran 4

Tabel 4-5
Aliran Daya Tiap Saluran dengan metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

No. Saluran	Dari Bus	Ke Bus	Incorporating Composite		Newton-Raphson	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	1	2	6011.736	3765.845	6065.296	3796.677
2	2	3	5860.072	3663.683	5913.094	3694.080
3	3	4	67.939	42.136	68.202	42.262
4	3	5	5778.610	3606.064	5831.230	3636.163
5	5	6	5509.539	3430.428	5561.319	3460.217
6	5	42	267.716	174.097	268.632	174.482
7	6	7	5321.869	3313.271	5372.626	3342.448
8	7	8	5292.901	3295.207	5343.585	3324.376
9	8	9	428.654	265.780	430.898	267.018
10	8	13	4863.182	3028.221	4911.703	3056.230
11	9	10	401.575	248.949	403.752	250.184
12	10	11	28.823	17.900	28.900	17.910
13	10	12	372.651	230.947	374.851	232.273
14	13	14	4787.206	2980.285	4835.315	3008.061
15	14	15	2415.173	1506.460	2447.204	1525.526
16	14	48	2370.591	1472.187	2386.741	1480.968
17	15	16	2293.517	1429.557	2324.613	1448.043
18	16	17	2235.833	1393.637	2266.552	1411.924
19	17	18	2217.938	1382.378	2248.603	1400.666
20	18	19	1.150	0.754	1.060	0.660
21	18	20	2214.837	1379.404	2245.640	1397.826
22	20	21	2142.121	1332.183	2172.136	1350.100
23	21	22	2026.999	1260.761	2055.806	1277.966
24	22	23	2000.199	1242.673	2028.719	1259.699
25	23	24	396.328	245.632	401.646	248.891
26	23	25	1602.403	995.372	1625.664	1009.194
27	25	26	1593.980	989.912	1617.220	1003.753
28	26	27	1566.274	972.377	1589.209	986.058
29	27	28	107.136	66.428	108.590	67.291
30	27	29	1458.777	905.551	1480.350	918.460
31	29	30	1358.074	842.727	1378.219	854.777
32	30	31	185.721	115.170	188.352	116.726
33	30	33	1172.125	727.310	1189.735	737.901
34	31	32	131.693	81.648	133.602	82.794
35	33	34	56.048	34.766	56.810	35.200
36	33	35	1078.069	668.830	1094.429	678.718
37	35	36	368.716	228.829	374.372	232.303

38	36	37	709.128	439.757	719.927	446.267
39	37	38	683.817	423.981	694.319	430.343
40	38	39	502.102	311.177	510.010	316.044
41	38	40	181.483	112.552	184.172	114.144
42	40	41	103.847	64.396	105.401	65.322
43	42	43	109.978	68.195	110.502	68.481
44	42	44	72.788	45.145	73.100	45.300
45	42	45	84.821	60.639	85.001	60.681
46	45	46	65.281	48.486	65.451	48.561
47	46	47	65.181	48.386	65.450	48.560
48	48	49	2325.425	1443.860	2341.359	1452.541
49	49	50	2316.602	1438.093	2332.572	1446.832
50	50	51	446.108	276.666	449.020	278.320
51	50	55	1870.051	1160.803	1883.205	1167.980
52	51	52	435.021	269.746	437.952	271.449
53	52	53	425.354	263.670	428.416	265.530
54	52	54	9.550	5.957	9.520	5.900
55	55	56	43.968	27.284	44.200	27.390
56	55	57	1825.542	1132.913	1838.557	1140.078
57	57	58	1785.426	1107.896	1798.233	1114.969
58	58	59	701.844	435.464	706.342	437.796
59	58	71	1083.366	672.155	1091.774	676.993
60	59	60	203.490	126.298	204.603	126.797
61	59	65	498.179	309.008	501.664	310.941
62	60	61	121.845	75.670	122.416	75.872
63	61	62	121.734	75.562	122.405	75.863
64	62	63	54.069	33.553	54.400	33.720
65	62	64	67.561	41.906	68.001	42.140
66	65	66	215.613	133.668	217.267	134.655
67	65	67	282.326	175.131	284.254	176.175
68	67	68	71.594	44.407	72.081	44.671
69	67	69	210.604	130.602	212.140	131.478
70	69	70	125.616	77.890	126.556	78.435
71	71	72	1069.697	663.577	1078.099	668.448
72	72	73	1029.076	638.324	1037.259	643.096
73	73	74	1016.849	630.659	1025.035	635.469
74	74	75	971.439	602.424	979.345	607.098
75	75	76	928.952	576.017	936.591	580.564
76	76	77	20.911	12.999	20.990	13.010
77	76	78	907.918	562.883	915.577	567.519
78	78	79	64.984	40.310	65.450	40.560
79	78	80	842.758	522.358	850.052	526.841

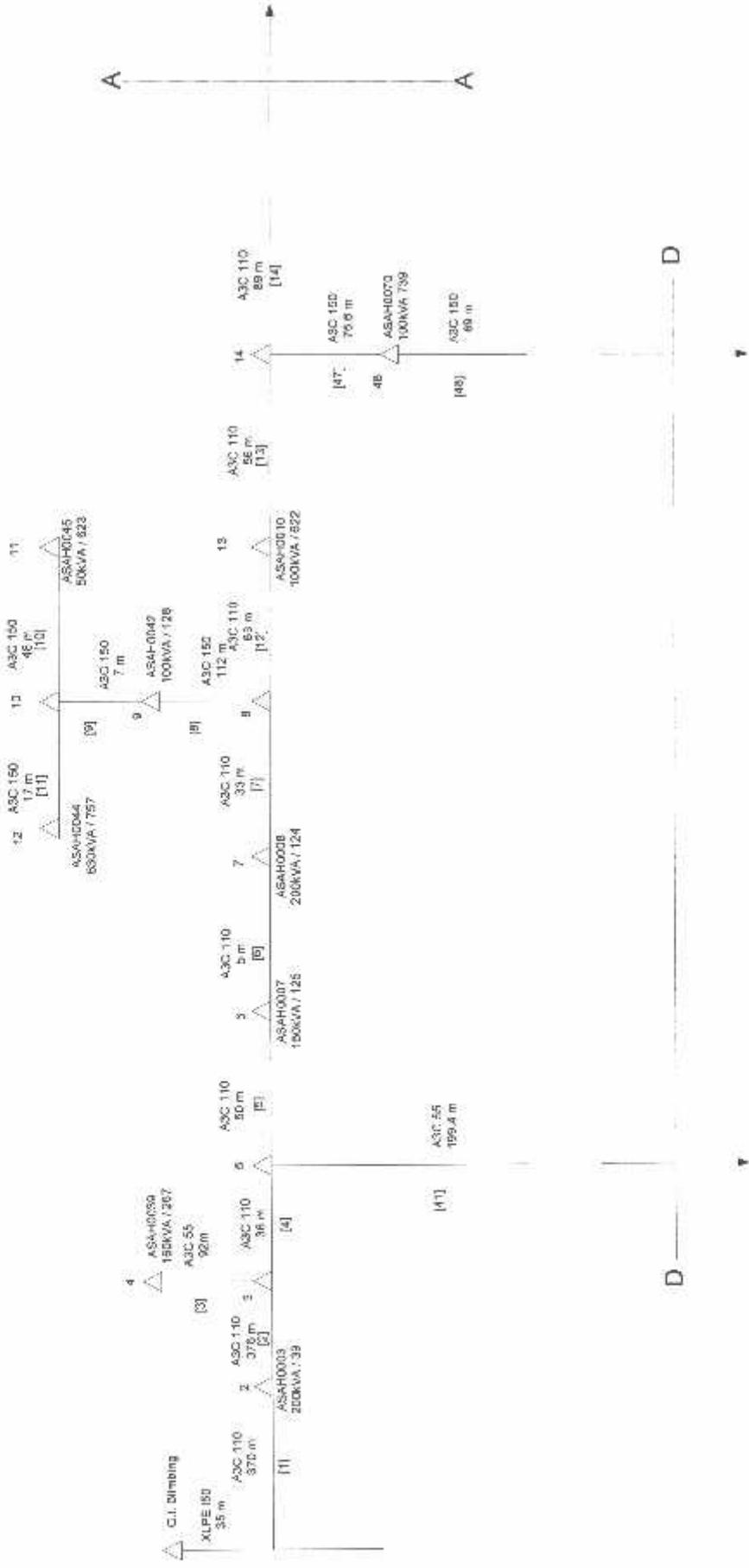
Lampiran 5

Tabel 4-6
Rugi-rugi Daya Tiap Saluran dengan metode *Incorporating Composite Load Models* dan *Newton Raphson*

No. Saluran	Dari Bus	Ke Bus	Incorporating Composite		Newton-Raphson	
			P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	1	2	14.783	17.306	15.041	17.609
2	2	3	13.422	15.383	13.661	15.656
3	3	4	0.002	0.002	0.003	0.002
4	3	5	1.255	1.439	1.278	1.465
5	5	6	1.584	1.815	1.613	1.849
6	5	42	0.029	0.019	0.029	0.019
7	6	7	0.148	0.170	0.151	0.173
8	7	8	0.965	1.106	0.984	1.127
9	8	9	0.016	0.024	0.016	0.024
10	8	13	1.557	1.784	1.588	1.820
11	9	10	0.001	0.001	0.001	0.001
12	10	11	0.000	0.000	0.000	0.000
13	10	12	0.002	0.003	0.002	0.003
14	13	14	1.342	1.538	1.369	1.568
15	14	15	2.817	3.228	2.891	3.314
16	14	48	0.327	0.500	0.332	0.507
17	15	16	0.254	0.291	0.261	0.299
18	16	17	0.261	0.300	0.269	0.308
19	17	18	1.850	2.121	1.901	2.179
20	18	19	0.000	0.000	0.000	0.000
21	18	20	4.032	4.621	4.144	4.749
22	20	21	0.097	0.111	0.100	0.114
23	21	22	2.748	3.149	2.826	3.239
24	22	23	1.369	1.569	1.408	1.614
25	23	24	0.018	0.020	0.018	0.021
26	23	25	0.383	0.439	0.394	0.451
27	25	26	0.623	0.714	0.641	0.735
28	26	27	0.261	0.299	0.268	0.307
29	27	28	0.001	0.001	0.001	0.001
30	27	29	0.740	0.848	0.762	0.873
31	29	30	0.128	0.146	0.131	0.151
32	30	31	0.010	0.011	0.010	0.011
33	30	33	0.240	0.275	0.247	0.283
34	31	32	0.003	0.004	0.004	0.004
35	33	34	0.000	0.000	0.000	0.000
36	33	35	0.125	0.143	0.129	0.158
37	35	36	0.025	0.032	0.026	0.033
38	36	37	0.105	0.121	0.109	0.125

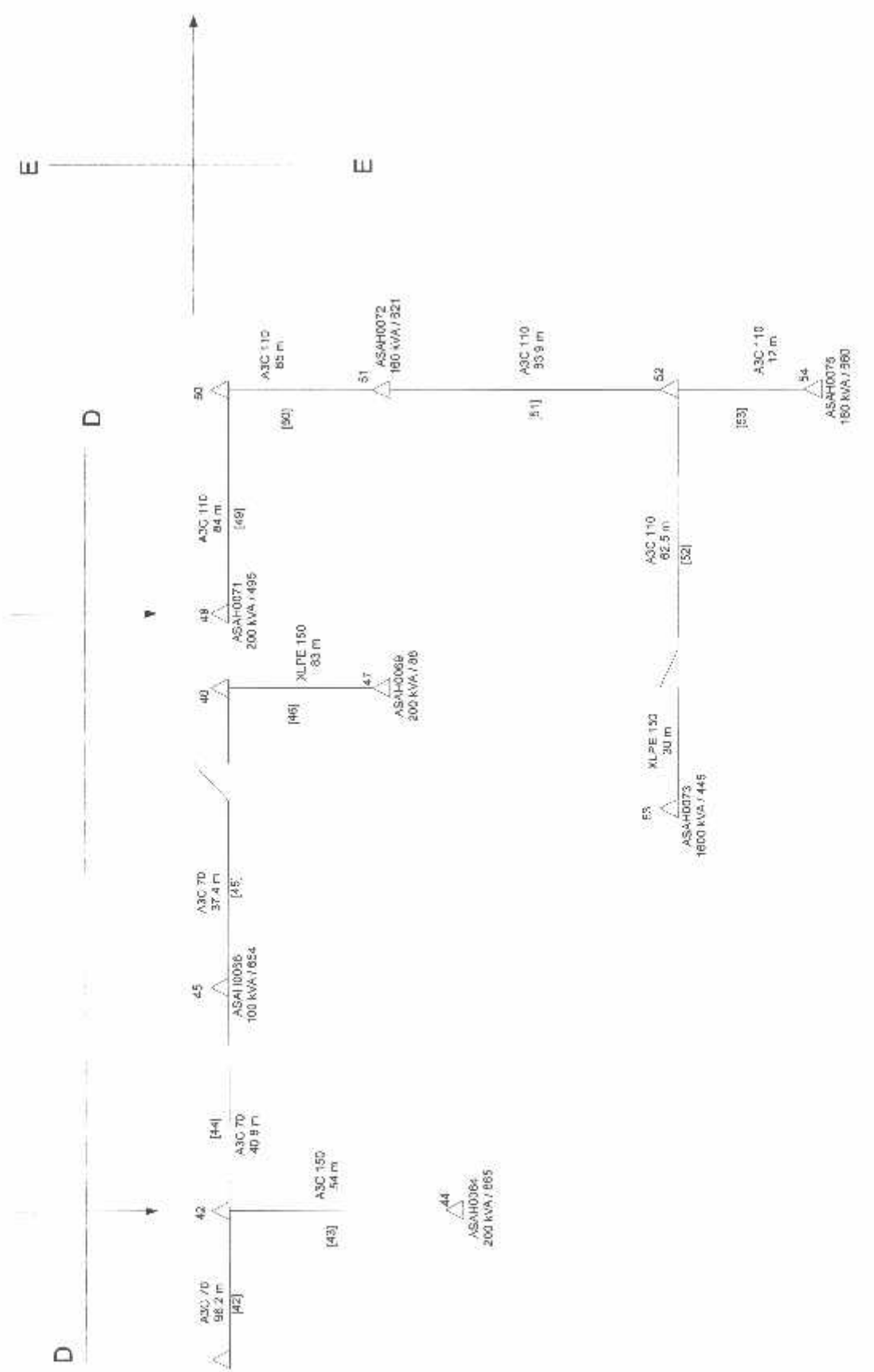
39	37	38	0.132	0.151	0.136	0.156
40	38	39	0.015	0.022	0.015	0.023
41	38	40	0.002	0.002	0.002	0.002
42	40	41	0.002	0.002	0.002	0.002
43	42	43	0.002	0.001	0.002	0.001
44	42	44	0.000	0.000	0.000	0.000
45	42	45	0.001	0.000	0.001	0.000
46	45	46	0.000	0.000	0.000	0.000
47	46	47	0.000	0.000	0.000	0.000
48	48	49	0.284	0.434	0.288	0.440
49	49	50	0.343	0.524	0.348	0.531
50	50	51	0.018	0.020	0.018	0.021
51	50	55	0.441	0.505	0.447	0.512
52	51	52	0.017	0.019	0.017	0.019
53	52	53	0.016	0.020	0.016	0.020
54	52	54	0.000	0.000	0.000	0.000
55	55	56	0.000	0.000	0.000	0.000
56	55	57	0.122	0.186	0.123	0.189
57	57	58	0.117	0.178	0.118	0.181
58	58	59	0.074	0.058	0.075	0.058
59	58	71	0.074	0.113	0.075	0.114
60	59	60	0.007	0.005	0.007	0.005
61	59	65	0.141	0.109	0.143	0.110
62	60	61	0.011	0.009	0.011	0.009
63	61	62	0.004	0.003	0.004	0.003
64	62	63	0.000	0.000	0.000	0.000
65	62	64	0.001	0.000	0.001	0.000
66	65	66	0.007	0.005	0.007	0.005
67	65	67	0.033	0.025	0.033	0.026
68	67	68	0.002	0.001	0.002	0.001
69	67	69	0.004	0.003	0.004	0.003
70	69	70	0.006	0.005	0.006	0.005
71	71	72	0.040	0.061	0.041	0.062
72	72	73	0.122	0.124	0.124	0.126
73	73	74	0.344	0.267	0.350	0.271
74	74	75	0.259	0.201	0.263	0.204
75	75	76	0.023	0.035	0.023	0.036
76	76	77	0.000	0.000	0.000	0.000
77	76	78	0.075	0.115	0.077	0.117
78	78	79	0.000	0.000	0.000	0.000
79	78	80	0.052	0.040	0.053	0.041

PENYULANG ASAHAN

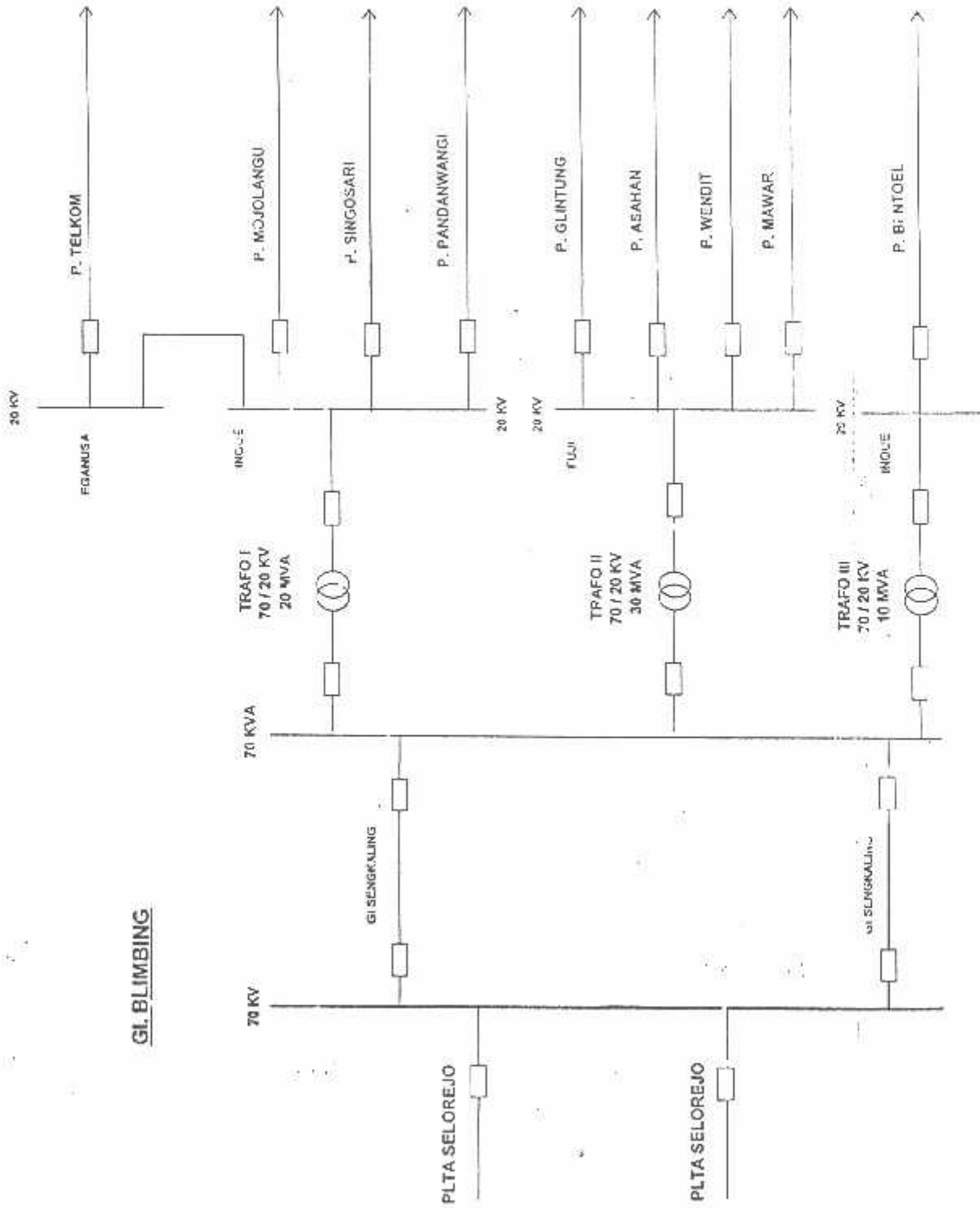


Single Line Diagram Sistem 20kV Penyulang Asahan

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Distribusi JATIM – CABANG MALANG



GI. BLIMBING



: TRANSFORMATOR
 : PEMutus
 : PENYULANG



PT PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
APEJ MALANG

SINGLE LINE DIAGRAM
GARDU INDUK BLIMBING

DISUSUN OLEH	DIPERIKSA	DISETJAJI
09/05/11	E. JUKADI, D.	AFIEF H.

**DATA TRAF0 DISTRIBUSI
UNIT JARINGAN MALANG**

SEKSI : MAPPING

BULAN : MEI 2005



PT. PLN (PERSERO)
AREA PELAYANAN DAN JARINGAN MALANG
JL. JEND. BASUKI RACHMAD 100 MALANG

DATA TRAFODISTRIBUSI
 UP KOTA

GTT	DAYA	BEBAN	%	ALAMAT	PENYULANG 20 kV	PELANGGAN
T.8	200	105,12	52,56	Jl. Kebalen	P. Agus Salim	305
T.10	1600	0,00	0,00	Jl. Merdeka Timur	P. Agus Salim	1
T.19	250	175,1	70,25	Jl. Aris Munandar	P. Agus salim	400
T.64	400	150,90	75,47	Jl. Agus Salim (Bank Lippo)	P. Agus Salim	1
T.73	200	150,9	75,47	Jl. Kebalen	P. Agus Salim	477
T.116	250	225,26	90,11	Jl. Kresno	P. Agus Salim	594
T.119	200	136,4	68,25	Jl. Juanda	P. Agus Salim	415
T.139	3x50	26,22	17,48	Jl. Aris Munandar	P. Agus Salim	24
T.144	160	22,6	14,13	Jl. Merdeka Timur	P. Agus Salim	25
T.155	250	153,94	61,58	Jl. Kebalen	P. Agus Salim	555
T.170	3x50	12,68	8,44	Jl. KH. Ahmad Dahlan	P. Agus Salim	198
T.195	250	156,7	62,71	Jl. Juanda	P. Agus Salim	491
T.199	250	79,42	31,77	Jl. Agus Salim	P. Agus Salim	53
T.212	200	119,02	59,51	Jl. Kebalen	P. Agus Salim	216
T.277	250	18,92	7,57	Jl.Merdeka timur	P. Agus Salim	1
T.350	160	85,5	53,44	Jl.Merdeka Kantor Kabupaten	P. Agus Salim	15
T.351	3x50	22,62	14,14	Jl. Merdeka Timur	P. Agus Salim	2
T.395	200	21,41	13,38	Jl. KH. Ahmad Dahlan	P. Agus Salim	2
T.417	3x25	19,01	25,34	Jl.Mangun saskoro (Boldy)	P. Agus Salim	47
T.427	800	0,00	0,00	Malang Plaza	P. Agus Salim	1
T.450	630	0,00	0,00	KH.Agus salim (Mitra I)	P. Agus Salim	1
T.472	630	0,00	0,00	Gajahmada Plaza	P. Agus Salim	1
T.477	160	63,95	39,97	Gajahmada Plaza	P. Agus Salim	147
T.510	200	141,19	70,6	Jl. Zaenal Arifin	P. Agus Salim	325
T.552	160	0,00	0,00	Jl. Kebalen (Pabrik kulit)	P. Agus Salim	1
T.563	160	110,06	68,79	Jl. Aris Munandar	P. Agus Salim	245
T.819	160	52,9	33,06	Jl. Sugijo wiryo Pranoto	P. Agus Salim	1
T.908	200	6,24	3,12	Jl. Mangun Sarkoro	P. Agus Salim	3
T.1053	160	0,00	0,00	Kantor Pemda Kab. Malang	P. Agus Salim	1
T.1136	160	0,00	0,00	Jl. Merdeka (Bank Indonesia)	P. Agus Salim	1
T.2	200	147,17	78,59	Jl. Diponegoro	P. Asahan	250
T.3	200	119,25	59,63	Jl. Jagung Suprpto	P. Asahan	98
T.83	100	56	35	Jl. Mahakam	P. Asahan	66
T.223	3x25	0,00	0,00	Jl. Jagung Suprpto	P. Asahan	0
T.234	100	66,83	66,83	Jl. Hasanuddin	P. Asahan	118
T.278	250	74,15	37,07	Jl. Jagung Suprpto (Tiara)	P. Asahan	103
T.314	3x50	127,75	85,17	Jl. Wahidin	P. Asahan	330
T.354	160	128,18	85,46	Jl. Karya Timur	P. Asahan	11
T.364	3x50	64,37	42,93	Jl. Diponegoro	P. Asahan	5

DATA TRAFODISTRIBUSI
 UP KOTA

GTT	DAYA	BEBAN	%	ALAMAT	PENYULANG 20 kV	PELANGGAN
T. 528	800	0,00	0,00	Jl.J.A.Suprpto Hotel Kartika	P. Asahan	1
T. 624	630	0,00	0,00	Jl. J.A. Suprpto Hotel Reagent	P. Asahan	1
T. 667	160	81,60	51,00	Jl. Karya Timur	P. Asahan	4
T. 815	630	472,50	75,00	Jl. Letjen. Sutoyo (Mitra II)	P. Asahan	1
T. 818	100	32,2	32,2	Jl. Mahakam	P. Asahan	218
T. 851	160	49,28	30,84	Jl. JA. Suprpto	P. Asahan	18
T. 906	160	0,00	0,00	Jl. JA. Suprpto (Dunkin donat)	P. Asahan	2
T. 910	100	0,00	0,00	Jl. JA. Suprpto (BPD Jatim)	P. Asahan	4
T. 1081	160	100,05	62,53	Jl. Dr. Cipto	P. Asahan	55
T. 1099	100	47,61	47,61	Jl. Ciwulan	P. Asahan	105
T. 384	3X25	9,47	12,63	Jl.Mahakam	P. Asahan	40
T. 80	200	124	62	Jl. Jend. Basukd Rachmad (PLN)	P. Asahan	297
T. 5	100	73,25	73,25	Jl. Urip Sumoharjo	P. Bunul	186
T. 12	3x50	93,15	62,1	Jl. P. Sudirman	P. Bunul	27
T. 13	160	65,49	40,93	Jl. Kesatrian Utara	P. Bunul	173
T. 26	100	28,54	28,54	Jl. Indragiri	P. Bunul	147
T. 63	150	84,97	42,49	Jl. Hamid Rusdi	P. Bunul	386
T. 67	3x50	0,00	0,00	Jl. Ronggo Lawe	P. Bunul	3
T. 89	200	147,15	73,58	Jl.Kesatrian	P. Bunul	311
T. 90	3X50	79,74	53,16	Jl.Hamid rusdi	P. Bunul	345
T. 95	160	95,89	87,05	Jl. Pattimura	P. Bunul	5
T. 126	3x50	104,78	69,86	Jl. Amandit	P. Bunul	103
T. 151	25	62,94	41,94	Jl. P. Sudirman	P. Bunul	195
T. 161	3X50	73,44	48,96	Jl.Sanan	P. Bunul	188
T. 168	100	60,88	60,88	Jl. Kapuas	P. Bunul	97
T. 171	200	160,45	80,22	Jl. P. Sudirman	P. Bunul	139
T. 184	3x50	78,72	52,48	Jl. Pandan Laras	P. Bunul	332
T. 232	200	188,51	75,41	Jl. Hamid Rusdi	P. Bunul	407
T. 271	25	1,58	0,99	Jl.Narotama	P. Bunul	7
T. 292	100	10,03	10,03	Jl.Vvr.Supratman (RS.Lavalete)	P. Bunul	1
T. 313	3x25	0,00	0,00	Jl. Musi	P. Bunul	75
T. 316	3x25	56,42	75,23	Jl. Serayu	P. Bunul	51
T. 317	160	91,54	57,21	Jl. Indragiri	P. Bunul	226
T. 326	160	62,66	31,33	Jl. Amprong	P. Bunul	213
T. 327	3x50	55,76	74,34	Jl. Hamid Rusdi	P. Bunul	134
T. 328	3x25	8,1	10,8	Jl. Hamid Rusdi	P. Bunul	228
T. 329	180	81,81	54,54	Jl. Ters. Kesatrian	P. Bunul	113
T. 330	3x25	36,55	48,73	Jl. Kesatrian	P. Bunul	55
T. 352	100	56,03	56,03	Jl.Ngujil Puskopad	P. Bunul	214

DATA TRAFODISTRIBUSI
UP BLIMBING

NO	GTT	DAYA	BEBAN	%	ALAMAT	PENYULANG 20 kV	PELANGGAN
0	T.951	160	38,84	24,28	BTN Asrikaton	P. AR. Saleh	334
1	T.952	160	78,75	49,22	BTN Asrikaton	P. AR. Saleh	582
2	T.953	160	0,00	0,00	Jl. Bogis (P.Sepatu Sanl)	P. AR. Saleh	1
3	T.1062	100	61,06	61,06	Ds. Asrikaton	P. AR. Saleh	165
4	T.1066	160	80,00	50,00	Jl. Teluk Grajakan	P. AR. Saleh	288
5	T.39	200	161,36	80,68	Jl. Borobudur	P. Asahan	350
6	T.88	100	77,00	77,00	Jl. Tenaga (Panamas)	P. Asahan	1
7	T.112	250	0,00	0,00	Jl. Ciliwung	P. Asahan	238
8	T.124	100	67,98	33,99	Jl. Tenaga Utara (Koya Nanas)	P. Asahan	1
9	T.125	160	206,34	137,56	Jl. Karya timur (PT.Bentoel)	P. Asahan	94
10	T.128	160	19,95	19,95	Jl. Karya Timur	P. Asahan	1
11	T.146	250	0,00	0,00	Jl. Purwantoro	P. Asahan	470
12	T.147	250	103,70	41,48	Jl. Citarum	P. Asahan	167
13	T.154	160	116,47	72,80	Jl. Tumenggung suryo	P. Asahan	359
14	T.221	160	36,29	22,68	Jl. Ciujung	P. Asahan	68
15	T.267	100	109,44	80,24	Jl. Tenaga (P. Sabun Asoka)	P. Asahan	120
16	T.285	25	1,25	5,00	Jl. Karya Timur (PT. Grendel)	P. Asahan	1
17	T.286	200	140,82	70,41	Jl. Karya Timur	P. Asahan	342
18	T.301	160	0,00	0,00	Jl. Ciliwung	P. Asahan	229
19	T.372	250	264,02	102,24	Jl. S.Priyo Sudarmo	P. Asahan	375
20	T.373	160	100,72	62,93	Jl. Tembaga	P. Asahan	174
21	T.434	160	84,80	53,00	Jl. Patuk salam (Keramik)	P. Asahan	1
22	T.445	630	504,00	80,00	Jl. Tenaga selatan PT.Kamia	P. Asahan	2
23	T.509	160	112,92	87,05	Jl. Pandean	P. Asahan	0
24	T.582	160	20,80	13,00	Jl. Karya Timur (Perush. Sepatu)	P. Asahan	6
25	T.621	100	13,00	13,00	Jl. Simp. Tenaga	P. Asahan	1
26	T.622	100	88,00	88,00	Jl. Tenaga barat	P. Asahan	2
27	T.623	200	34,00	17,00	Jl. Tenaga utara (PR.Bentoel)	P. Asahan	1
28	T.654	100	23,00	23,00	Jl. Industri Barat (Pbr.Plastik)	P. Asahan	6
29	T.660	160	11,20	7,00	Jl. Tenaga (Karoseri Podojoyo)	P. Asahan	1
30	T.668	250	130,00	52,00	Jl. Tenaga (PT. Kamia)	P. Asahan	2
31	T.694	160	16,00	10,00	Jl. P. Sudarmo (Bengkel HOK)	P. Asahan	2
32	T.697	160	150,22	93,05	Jl. Emas (BTN Puskopad)	P. Asahan	325
33	T.726	160	47,84	29,56	Jl. Tenaga (Vinsan Motor)	P. Asahan	3
34	T.734	160	13,39	8,90	Jl. Tenaga Baru I	P. Asahan	16
35	T.735	160	53,33	33,34	Jl. Tenaga Baru IV	P. Asahan	9
36	T.738	200	96,78	48,34	Jl. Taman Tenaga	P. Asahan	58
37	T.739	100	53,00	53,00	Jl. Tenaga Selatan (PT.Kamia)	P. Asahan	1
38	T.752	200	68,00	34,00	Jl. Karya Timur (Delta Mas)	P. Asahan	2

DATA TRAFODISTRIBUSI
 UP BLIMBING

GTT	DAYA	BEBAN	%	ALAMAT	PENYULANG 20 KV	PELANGGAN
T.757	630	441,00	70,00	Jl. Tenaga (Pabrik pemen)	P. Asahan	1
T.767	160	48,00	30,00	Jl. Tumenggung Suryo	P. Asahan	3
T.834	160	29,40	18,39	Jl.Tenaga (Pabrik Cat)	P. Asahan	10
T.843	2600	0,00	0,00	Jl. Teis. Batu Bara PR.Grendel	P. Asahan	1
T.865	200	0,00	0,00	Jl. Tenaga Pabrik Plastik	P. Asahan	1
T.875	160	40,59	31,24	Jl. Tenaga Baru	P. Asahan	16
T.899	1250	1000	80,00	Jl. Tenaga Baru III	P. Asahan	1
T.913	100	0,00	0,00	Jl. Tenaga Baru Gereja Bhetany	P. Asahan	1
T.924	200	0,00	0,00	Jl. Priyo Sudarmo	P. Asahan	1
T.938	200	21,74	12,35	Jl. Tenaga Baru V	P. Asahan	1
T.939	100	77,00	77,00	Jl.Tenaga Gudang Kulit	P. Asahan	0
T.960	160	80,00	50,00	Jl. Tenaga Baru IV (Percetakan	P. Asahan	1
T.1034	200	0,00	0,00	Jl. Priyo Sudarmo	P. Asahan	1
T.1015	630	0,00	0,00	Jl. Tenaga Tengah	P. Asahan	1
T.1082	100	0,00	0,00	Jl.Tenaga IV	P. Asahan	2
T.1046	50	0,00	0,00	Ds. Ampeldento	P. Asrikaton	200
T.205	250	118,94	47,58	Ds. Madyopuro	P. Banjarejo	361
T.441	160	83,47	52,17	Ds. Cemoro Kandang	P. Banjarejo	330
T.442	160	123,20	77,00	Ds. Cemoro Kandang	P. Banjarejo	535
T.479	160	88,40	55,28	Ds. Kedungrejo	P. Banjarejo	278
T.480	100	64,00	64,00	Ds. Kedung Boto	P. Banjarejo	335
T.481	100	47,94	47,94	Ds. Amprong	P. Banjarejo	202
T.507	200	129,41	64,56	Ds. Sekarpuro	P. Banjarejo	392
T.750	100	44,40	44,40	Perum Buring Satelit	P. Banjarejo	236
T.753	160	31,05	19,41	Jl. Pal Merah	P. Banjarejo	188
T.754	100	28,42	17,76	Jl. Pal Merah	P. Banjarejo	190
T.814	160	124,20	77,63	Ds. Madyopuro	P. Banjarejo	373
T.833	100	80,10	80,10	Ds. Ampeldento	P. Banjarejo	256
T.837	160	24,64	15,40	Jl. Kemayoran (Buring Satelit)	P. Banjarejo	176
T.838	160	24,26	15,18	Jl. Kemayoran (Buring Satelit)	P. Banjarejo	148
T.888	100	24,42	24,42	Ds. Baran Genlri	P. Banjarejo	111
T.896	100	8,44	8,44	Jl. Polonia	P. Banjarejo	54
T.897	160	0,00	0,00	Jl. Polonia III Buring Selatan	P. Banjarejo	17
T.919	50	16,26	32,53	Jl. Elteri	P. Banjarejo	144
T.958	160	0,00	0,00	PDAM Buring Satelit	P. Banjarejo	1
T.1130	200	0,00	0,00	Jl.Bandara Narita	P. Banjarejo	0
T.1131	200	0,00	0,00	Jl.Bandara Narita	P. Banjarejo	0
T.526	160	122,88	76,80	Ds. Glagah Urk (BTN Puskopad	P. Bunul	246
T.709	160	47,70	29,81	Ds. Jambangan	P. Bunul	196


```

function [V,ite,S,Sloss,Sup]=DVLloadflow(N,z,Beban,Type,a0,a1,a2,a3,e1,e2)
% Load Flow Metode Incorporating Composite Load Models
%-----
[Vc,d]=InitialData(N);
[A]=MatrikA(N,z);
[Z] Saluran(N,z);
V=ones(N-1,1);
[Load]=UbahNoBeban(N,Beban);
%-----
Cek=0;
ite=0;
for i=1:10
    if Cek==1
        break;
    end
    [V0] SimpanTeg(N,V);
    [PL,QL,SL]=UbahBeban(N,V,Load,Type,a0,a1,a2,a3,e1,e2);
    [P,Q,Sloss,Sup]=SumOfPower(N,A,Z,PL,QL,V);
    [V]=UpdateTegangan(N,P,Q,z,V);
    [Cek]=Konvergen(N,V0,V);
    ite=ite+1;
end
S=zeros(N-1,1);
for i=1:N-1
    S(i)=complex(P(i),Q(i));
end

```

```

function [Vc,d]=InitialData(N)
n=N-1;
Vc=zeros(n,1);
d=zeros(n,1);
for i=1:n
    Vc(i)=complex(1,0);
end

```

```

function [A]=MatrikA(N,z)
%Menghitung Matrik A untuk topologi jaringan
n=N-1;
A=zeros(n,n);
for i=1:N
    for j=1:N
        Xa=imag(z(i,j));
        if Xa==0
            A(j-1,j-1)=1;
            for k=j:N
                Xa=imag(z(j,k));
                if Xa==0
                    A(j-1,k-1)=1;
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end

```

```

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

```

```

function [Load]=UbahNoBeban(N,Beban)
%Metode mengubah penomoran Beban
n=N-1;
Load=zeros(n,1);
for i=1:n
    Load(i)=complex(Beban(i+1,5),Beban(i+1,6));
end

```

```

function [V0]=SimpanTeg(N,V)
n=N-1;
V0=zeros(n,1);
for i=1:n
    V0(i)=V(i);
end

```

```

function [PL,QL,SL]=UbahBeban(N,V,Load,Type,a0,a1,a2,a3,e1,c2)
%Menghitung beban yang tergantung dengan tegangan
n=N-1;
PL=zeros(n,1);
QL=zeros(n,1);
SL=0+0i;
for i=1:n
    if Type==1
        PL(i)=real(Load(i))*V(i)^y;
        QL(i)=imag(Load(i))*V(i)^y;
    elseif Type==2
        PL(i)=real(Load(i))*V(i)^a;
        QL(i)=imag(Load(i))*V(i)^b;
    elseif Type==3
        PL(i)=real(Load(i))*(a0+a1*V(i)+a2*V(i)^2+a3*V(i)^e1);
        QL(i)=imag(Load(i))*(a0+a1*V(i)+a2*V(i)^2+a3*V(i)^c2);
    end
    SL=SL+complex(PL(i),QL(i));
end
end

```

```

function [P,Q,Sloss,Sup]=SumOfPower(N,A,Z,PL,QL,V)
%Metode Backward Sweep untuk menjumlahkan Daya
n=N-1;
P=zeros(n,1);
Q=zeros(n,1);
Sloss=zeros(n,1);
Sup=0+0i;
for i=n:-1:1

```

```

P(i)=PL(i);
Q(i)=QL(i);
if i~n
    for j=i+1:n
        if A(i,j)~=0

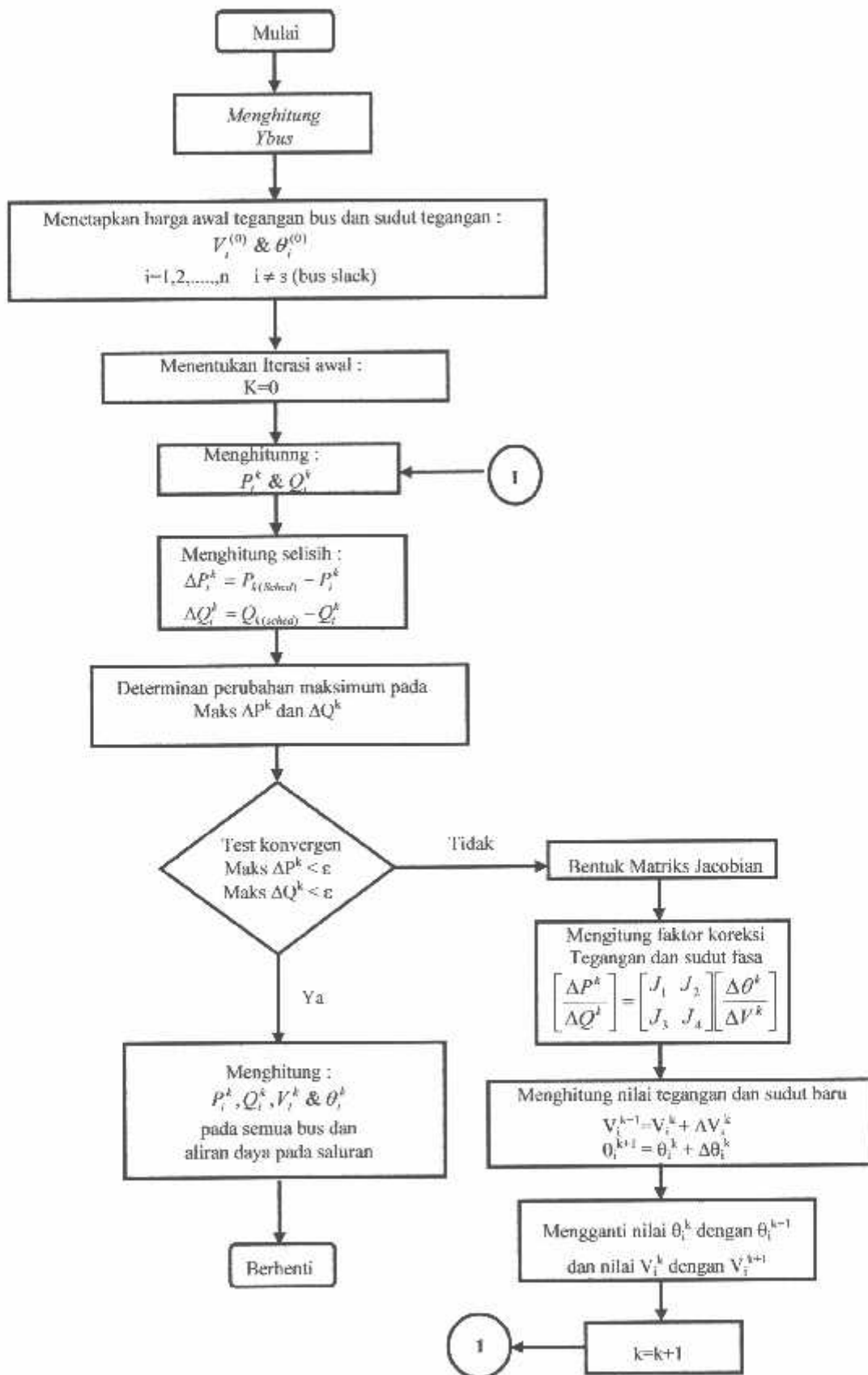
            P(i)=P(i)+P(j);
            Q(i)=Q(i)+Q(j);
        end
    end
end
Ploss=real(Z(i))*(P(i)^2+Q(i)^2)/(V(i)^2);
Qloss=imag(Z(i))*(P(i)^2+Q(i)^2)/(V(i)^2);
P(i)=P(i)+Ploss;
Q(i)=Q(i)+Qloss;
Sloss(i)=complex(Ploss,Qloss);
end
Sup=complex(P(1),Q(1));

function [V,Vc,d]=UpdateTegangan(N,P,Q,z,V,Vc)
%Metode Forward Sweep untuk Update Tegangan
Vs=1.0;
n=N-1;
for i=1:N
    for j=1:N
        Xa=imag(z(i,j));
        if Xa~=0
            Ri=real(z(i,j));
            Xi=imag(z(i,j));
            if i==1
                V(j-1)=((((P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi-0.5*Vs^2)^2-((Ri^2+Xi^2)*(P(j-1)^2+Q(j-1)^2))))^0.5)-(P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi-0.5*Vs^2)^0.5;
            else
                V(j-1)=((((P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi-0.5*V(i-1)^2)^2-((Ri^2+Xi^2)*(P(j-1)^2+Q(j-1)^2))))^0.5)-(P(j-1)*Ri+Q(j-1)*Xi-0.5*V(i-1)^2)^0.5;
            end
        end
    end
end
end

function [Cek]=Konvergen(N,V0,V)
Cek=1;
n=N-1;
tol=0.00001;
for i=1:n
    dV=V(i)-V0(i);
    dV=abs(dV);
    if dV>tol
        Cek=0;
    end
end
end

```

Flowchart Perhitungan Aliran Daya Metode *Newton Rapshon* .



```
function [V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(N,z,Lc,Tr,Cap,Beban,Pbase)
```

```
%Loadflow Metode Newton Raphson Polar
```

```
%Baca Data-----
```

```
ite=0;
```

```
[V,Sg,SL,TypeBus]=BacaData(N,Beban,Pbase);
```

```
[Y]=Admitansi(N,z,Lc,Tr,Cap);
```

```
for i=1:15
```

```
    [dS]=PowerMismatch(N,Y,Lc,Sg,SL,TypeBus,V);
```

```
    [Cck]=CckKonvergen(N,dS,'typeBus');
```

```
    if Cck==1
```

```
        break;
```

```
    end
```

```
    [Jq]=Jaquobian(N,V,Y,TypeBus);
```

```
    [V]=UpdateTegangan(N,V,Jq,dS,TypeBus);
```

```
    ite=ite+1;
```

```
end
```

```
[Vr]=UbahRectangular(N,V);
```

```
[Alir]=AlirDaya(N,Vr,Y,Lc,Pbase);
```

```
[Sg]=Daya(N,Vr,TypeBus,Sg,SL,Y,Phase,Alir);
```

```
SL=Pbase*SL;
```

```
[SumG,SumL,Rr]=RugiRugi(N,Sg,SL);
```

```
[RugiS]=RugiSaluran(N,z,Alir);
```

```
function [V,Sg,SL,TypeBus]=BacaData(N,Beban,Pbase)
```

```
V=zeros(N,1);
```

```
Sg=zeros(N,1);
```

```
SL=zeros(N,1);
```

```
TypeBus=zeros(N,1);
```

```
for i=1:N
```

```
    V(i)=complex(Beban(i,1),Beban(i,2));
```

```
    Sg(i)=complex(Beban(i,3)/Pbase,Beban(i,4)/Pbase);
```

```
    SL(i)=complex(Beban(i,5)/Pbase,Beban(i,6)/Pbase);
```

```
    TypeBus(i)=Beban(i,7);
```

```
end
```

```
function [Y]=Admitansi(N,z,Lc,Tr,Cap)
```

```
Y=zeros(N,N);
```

```
C=zeros(N,N);
```

```
for i=1:N
```

```
    for j=1:N
```

```
        xa=imag(z(i,j));
```

```
        if xa~=0
```

```
            z(j,i)=z(i,j);
```

```
            Lc(j,i)=Lc(i,j);
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
for i=1:N
```

```
    for j=1:N
```

```
        xa=imag(z(i,j));
```

```
        if xa~=0
```

```
            C(i,j)=1/z(i,j);
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```

for i = 1:N
    for j=1:N
        if i==j
            sumA = 0;
            sumB = 0;
            for k=1:N
                if i==k
                    sumA = sumA + real(C(i,k));
                    sumB = sumB + imag(C(i,k)) + l.c(i,k);
                end
            end
            if Cap(i)~=0
                sumB = sumB - Cap(i);
            end
            Y(i,j) = complex(sumA, sumB);
        else
            Y(i,j) = complex(-real(C(i,j)), -imag(C(i,j)));
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if Tr(i,j)~=0
            Tr(i,j) = 1/Tr(i,j);
            Y(i,i) = Y(i,i) - C(i,j);
            Y(i,i) = Y(i,i) + C(i,j)*Tr(i,j)^2;
            Y(i,j) = Tr(i,j)*Y(i,j);
            Y(j,i) = Y(i,j);
        end
    end
end
for i=1:N
    if Cap(i)~=0
        re = real(Y(i,i));
        im = imag(Y(i,i)) + Cap(i);
        Y(i,i) = complex(re, im);
    end
end

```

```
function [dS] = PowerMismatch(N, Y, Lc, Sg, SL, TypBus, V)
```

%Fungsi ini untuk menghitung selisih daya

```

PV = 0;
for i=1:N
    if TypBus(i) == 2
        PV = PV + 1;
    end
end
n = N - 1 + N - 1 - PV;
dS = zeros(n, 1);
Pc = zeros(N, 1);
Qc = zeros(N, 1);
sp = 0;
sq = 0;
for i = 1:N
    if TypBus(i) == 1

```

```

sum1=0;
for j=1:N
    Gij=real(Y(i,j));
    Bij=imag(Y(i,j));
    Ui=real(V(i));
    Uj=real(V(j));
    dij=imag(V(i))-imag(V(j));
    sum1=sum1+Ui*Uj*(Gij*cos(dij)+Bij*sin(dij));
end
Pc(i)=sum1;
end
if TypBus(i)==3
    sum2=0;
    for j=1:N
        Gij=real(Y(i,j));
        Bij=imag(Y(i,j));
        Ui=real(V(i));
        Uj=real(V(j));
        dij=imag(V(i))-imag(V(j));
        sum2=sum2+Ui*Uj*(Gij*sin(dij)-Bij*cos(dij));
    end
    Qc(i)=sum2;
end
end
sp=0;
sq=N-1;
for i=1:N
    if TypBus(i)==1
        sp=sp+1;
        dS(sp)=real(Sg(i))-real(SL(i))-Pc(i);
    end
    if TypBus(i)==3
        sq=sq+1;
        dS(sq)=imag(Sg(i))-imag(SL(i))-Qc(i);
    end
end
end

```

```
function [Jq]=Jacobian(N,V,Y,TypBus)
```

```

PV=0;
for i=1:N
    if TypBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
NJq=N-1+N-1-PV;
Jq=zeros(NJq,NJq);
%Pembentukan Jacobian H
row=0;
for i=1:N
    if TypBus(i)==1
        row=row+1;
        col=0;
        for j=1:N
            if TypBus(j)==1
                col=col+1;
                Ui=real(V(i));
            end
        end
    end
end

```



```

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

```

```

        end
        Pj=sum*Uj;
        Jq(row,col)=Pj-Gij*Uj^2;
    else
        Jq(row,col)=-Ui*Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-dj));
    end
end
end
end
end
function [V]=UpdateTegangan(N,V,Jq,dS,TypeBus)
PV=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
n=N-1+N-1-PV;
dV=zeros(n,1);
dV=Jq\dS;
sp=0;
sq=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==1
        sp=sp+1;
        V(i)=complex(real(V(i)),imag(V(i))+dV(sp));
    end
end
sq=N-1;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==3
        sq=sq+1;
        dt=dV(sq)*real(V(i));
        V(i)=complex(real(V(i))+dt,imag(V(i)));
    end
end
end

function [Cek]=CekKonvergen(N,dS,TypeBus)
Cek=1;
PV=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
n=N-1+N-1-PV;
Tol=0.0001;
for i=1:n
    if abs(dS(i))>Tol
        Cek=0;
    end
end
end

function [Vr]=UbahRectangular(N,V)
Vr=zeros(N,1);
for i=1:N

```

```

Vreal=real(V(i))*cos(imag(V(i)));
Vimag=rcal(V(i))*sin(imag(V(i)));
Vr(i)=complex(Vreal,Vimag);
end

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

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

```

```

function [SumG,SumL,Rr]=RugiRugi(N,Sg,SL)
Rr=zeros(N,1);
SumG=0-0i;
SumL=0+0i;
for i=1:N
    SumG=SumG+Sg(i);
    SumL.=SumL.+SL(i);
end
Rr=SumG-SumL;

```

```

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

```



```

z(35,37)=0.058533+0.067082i;
z(37,38)=0.078737+0.090238i;
z(38,39)=0.016215+0.024788i;
z(38,40)=0.014262+0.016345i;
z(40,41)=0.040408+0.046311i;
%-----
z(5,42)=0.113182-0.072442i;
z(42,43)=0.044329+0.034363i;
z(42,44)=0.011675+0.017847i;
z(42,45)=0.018801+0.014574i;
z(45,46)=0.017234+0.013359i;
z(46,47)=0.017945+0.027432i;
z(14,48)=0.016561+0.025316i;
z(48,49)=0.014918+0.022805i;
z(49,50)=0.018161+0.027762i;
z(50,51)=0.025255+0.028944i;
z(51,52)=0.024928+0.028570i;
z(52,53)=0.025056+0.031198i;
z(52,54)=0.003565+0.004086i;
z(50,55)=0.035803+0.041033i;
z(55,56)=0.031565+0.048253i;
z(55,57)=0.010378+0.015864i;
%-----
z(57,58)=0.010378+0.015864i;
z(58,59)=0.042854+0.033220i;
z(59,60)=0.046080+0.035720i;
z(60,61)=0.210125+0.162883i;
z(61,62)=0.080279+0.048923i;
z(62,63)=0.026960+0.016430i;
z(62,64)=0.047928+0.029208i;
z(59,65)=0.160819+0.124663i;
z(65,66)=0.042624+0.033041i;
z(65,67)=0.117043+0.090729i;
z(67,68)=0.084787+0.065725i;
z(67,69)=0.023040+0.017860i;
z(69,70)=0.110592+0.085728i;
z(58,71)=0.017837+0.027266i;
z(71,72)=0.009945+0.015203i;
z(72,73)=0.032835+0.033353i;
z(73,74)=0.094464+0.073226i;
z(74,75)=0.077875+0.060367i;
z(75,76)=0.007567+0.011568i;
z(76,77)=0.025944+0.039660i;
z(76,78)=0.025944+0.039660i;
z(78,79)=0.008648+0.013220i;
z(78,80)=0.020736+0.016074i;
for i=1:N
    Beban(i,1)=1;
    Beban(i,2)=0;
    Beban(i,3)=0;
    Beban(i,4)=0;
    Beban(i,7)=3;
end
Beban(1,5)=0.00;Beban(1,6)=0.00;
Beban(2,5)=137.16;Beban(2,6)=84.99;
Beban(3,5)=0.00;Beban(3,6)=0.00;

```

Beban(4,5) 68.20;Beban(4,6)=42.26;
Beban(5,5)=0.00;Beban(5,6)=0.00;
Beban(6,5)=187.08;Beban(6,6)=115.92;
Beban(7,5)=28.89;Beban(7,6)=17.90;
Beban(8,5)=0.00;Beban(8,6)=0.00;
Beban(9,5)=27.13;Beban(9,6)=16.81;
Beban(10,5)=0.00;Beban(10,6)=0.00;
Beban(11,5)=28.90;Beban(11,6)=17.91;
Beban(12,5)=374.85;Beban(12,6)=232.27;
Beban(13,5)=74.80;Beban(13,6)=46.35;
Beban(14,5)=0.00;Beban(14,6)=0.00;
Beban(15,5)=119.70;Beban(15,6)=74.17;
Beban(16,5)=57.80;Beban(16,6)=35.82;
Beban(17,5)=17.68;Beban(17,6)=10.95;
Beban(18,5)=0.00;Beban(18,6)=0.00;
Beban(19,5)=1.06;Beban(19,6)=0.66;
Beban(20,5)=69.36;Beban(20,6)=42.98;
Beban(21,5)=116.23;Beban(21,6)=72.02;
Beban(22,5)=24.26;Beban(22,6)=15.03;
Beban(23,5)=0.00;Beban(23,6)=0.00;
Beban(24,5)=401.63;Beban(24,6)=248.87;
Beban(25,5)=8.05;Beban(25,6)=4.99;
Beban(26,5)=27.37;Beban(26,6)=16.96;
Beban(27,5)=0.00;Beban(27,6)=0.00;
Beban(28,5)=108.59;Beban(28,6)=67.29;
Beban(29,5)=101.37;Beban(29,6)=62.81;
Beban(30,5)=0.00;Beban(30,6)=0.00;
Beban(31,5)=54.74;Beban(31,6)=33.92;
Beban(32,5)=133.60;Beban(32,6)=82.79;
Beban(33,5)=38.25;Beban(33,6)=23.70;
Beban(34,5)=56.81;Beban(34,6)=35.20;
Beban(35,5)=0.00;Beban(35,6)=0.00;
Beban(36,5)=374.35;Beban(36,6)=232.27;
Beban(37,5)=25.50;Beban(37,6)=15.80;
Beban(38,5)=0.00;Beban(38,6)=0.00;
Beban(39,5)=510.00;Beban(39,6)=316.02;
Beban(40,5)=78.77;Beban(40,6)=48.82;
Beban(41,5)=105.40;Beban(41,6)=65.32;
Beban(42,5)=0.00;Beban(42,6)=0.00;
Beban(43,5)=110.50;Beban(43,6)=68.48;
Beban(44,5)=73.10;Beban(44,6)=45.30;
Beban(45,5)=19.55;Beban(45,6)=12.12;
Beban(46,5)=0.00;Beban(46,6)=0.00;
Beban(47,5)=65.45;Beban(47,6)=48.56;
Beban(48,5)=45.05;Beban(48,6)=27.92;
Beban(49,5)=8.50;Beban(49,6)=5.27;
Beban(50,5)=0.00;Beban(50,6)=0.00;
Beban(51,5)=11.05;Beban(51,6)=6.85;
Beban(52,5)=0.00;Beban(52,6)=0.00;
Beban(53,5)=428.40;Beban(53,6)=265.51;
Beban(54,5)=9.52;Beban(54,6)=5.90;
Beban(55,5)=0.00;Beban(55,6)=0.00;
Beban(56,5)=44.20;Beban(56,6)=27.39;
Beban(57,5)=40.20;Beban(57,6)=24.92;
Beban(58,5)=0.00;Beban(58,6)=0.00;
Beban(59,5)=0.00;Beban(59,6)=0.00;

```

Beban(60,5)=82.18;Beban(60,6)=50.92;
Beban(61,5)=0.00;Beban(61,6)=0.00;
Beban(62,5)=0.00;Beban(62,6)=0.00;
Beban(63,5)=54.40;Beban(63,6)=33.72;
Beban(64,5)=68.00;Beban(64,6)=42.14;
Beban(65,5)=0.00;Beban(65,6)=0.00;
Beban(66,5)=217.26;Beban(66,6)=134.65;
Beban(67,5)=0.00;Beban(67,6)=0.00;
Beban(68,5)=72.08;Beban(68,6)=44.67;
Beban(69,5)=85.58;Beban(69,6)=53.04;
Beban(70,5)=126.55;Beban(70,6)=78.43;
Beban(71,5)=13.60;Beban(71,6)=8.43;
Beban(72,5)=40.80;Beban(72,6)=25.29;
Beban(73,5)=12.10;Beban(73,6)=7.50;
Beban(74,5)=45.34;Beban(74,6)=28.10;
Beban(75,5)=42.49;Beban(75,6)=26.33;
Beban(76,5)=0.00;Beban(76,6)=0.00;
Beban(77,5)=20.99;Beban(77,6)=13.01;
Beban(78,5)=0.00;Beban(78,6)=0.00;
Beban(79,5)=65.45;Beban(79,6)=40.56;
Beban(80,5)=850.00;Beban(80,6)=526.80;
Sload=complex(sum(Beban(:,5)),sum(Beban(:,6)));
Beban(1,7)=1;
Pbase=100;
Zbase=20000^2/100000;
Ibase=20000/Zbase;
for i=1:N
    Beban(i,5)=Beban(i,5)/Pbase;
    Beban(i,6)=Beban(i,6)/Pbase;
    for j=1:N
        Zx=imag(z(i,j));
        if Zx~=0
            Zr=real(z(i,j))/Zbase;
            Zx=imag(z(i,j))/Zbase;
            z(i,j)=complex(Zr,Zx);
        end
    end
end
end
Type=3;
a0=0.4;
a1=0.3;
a2=0.3;
a3=0.0;
c1=1.38;
e2=3.22;
%Type=1;
mulai=cputime;
%-----
Beban(1,1)=1.0;
%-----
[V1,ite,Ru,SL,Sup]=DVLoadflow(N,z,Beban,Type,a0,a1,a2,a3,e1,e2);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
disp(' ');
disp(' ');

```



```

disp(['=====']);
disp(['                Hasil Perhitungan Aliran Daya                ']);
disp(['                Metode Incorporating Composite Load Models                ']);
disp(['-----']);
disp(' ');
disp(' ');
disp('-----');
disp(' Bus    Tegangan    Pembebanan ');
disp('      (pu)    P(kw)    Q(kvar) ');
disp('-----');
for i=1:N
    if i==1
        Sa=[i Bcban(1,1) Beban(i,5)*Pbase Beban(i,6)*Pbase];
    else
        Sa=[i V1(i-1) Beban(i,5)*Pbase Bcban(i,6)*Pbase];
    end
    fprintf(' %3.0f %7.5f %9.3f %9.3f\n',Sa);
end
disp('-----');
disp(' ');

disp(['ALIRAN DAYA DAN RUGI SALURAN']);
disp(' ');
disp('-----');
disp([' Bus        Daya        Rugi Saluran ']);
disp([' from to    kw        kvar    kw        kvar ']);
disp('-----');
for i=1:N
    for j=1:N
        x=imag(z(i,j));
        if x==0
            S=[j real(Ru(j-1))*Pbase imag(Ru(j-1))*Pbase real(Sl(j-1))*Pbase imag(SL(j-1))*Pbase];
            fprintf(' %3.0f %3.0f %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f\n',S);
        end
    end
end
disp('-----');
Sgen=complex(real(Ru(1)),imag(Ru(1)));
Sloss=complex(sum(real(SL)),sum(imag(SL)));
disp(' ');
disp(['Iterasi          = ' num2str(ite)]);
disp(['Total Pembangkitan = ' num2str(Sgen*Pbase) ' kVA']);
disp(['Total Pembebanan   = ' num2str(Sload) ' kVA']);
disp(['Total Rugi-Rugi     = ' num2str(Sloss*Pbase) ' kVA']);
disp(['Waktu Iterasi       = ' num2str(selang) ' detik']);
disp(' ');
for i=1:N
    Beban(i,5)=Beban(i,5)*Pbase;
    Beban(i,6)=Beban(i,6)*Pbase;
end
mulai=cputime;
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(N,z,Lc,Tr,Cap,Beban,Phase);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
disp(' ');
disp(' ');

```

```

disp('');
disp('');
disp('-----');
disp('                Hasil Perhitungan Aliran Daya                ');
disp('                Metode Newton-Raphson                          ');
disp('-----');
disp(' ');

disp(['Jumlah Bus      = ' num2Str(N)]);
disp(['Jumlah iterasi = ' num2Str(ite)]);
disp(' ');

disp('-----');
disp([' Bus      Tegangan      Pembangkitan      Pcmbebanan      ');
disp(['          (pu)      kw      kvar      kw      mvar      ');
disp('-----');
Sa=[(1:N)' real(V) imag(V) real(Sg) imag(Sg) real(SL) imag(SL)];
fprintf('%5.0f %8.5f %8.5f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
disp('-----');
disp(' ');
disp(['Aliran Daya Antar Saluran']);
disp(' ');
s=0;
%--
disp('-----');
disp([' Bus      Daya      Bus      Daya      ');
disp([' from to      kw      kvar      from to      kw      kvar      ');
disp('-----');
for i=1:N
    for j=1:N
        x=real(z(i,j));
        if x>0
            S=[i j real(Alir(i,j)) imag(Alir(i,j)) j i real(Alir(j,i)) imag(Alir(j,i))];
            fprintf('%3.0f %3.0f %9.3f %9.3f %3.0f %3.0f %9.3f %9.3f\n',S);
        end
    end
end
disp('-----');
%--
disp(' ');
disp(['Rugi Daya Antar Saluran']);
disp(' ');
s=0;
disp('-----');
disp([' Bus      Daya      ');
disp([' from to      kw      kvar      ');
disp('-----');
for i=1:N
    for j=1:N
        x=imag(RugiS(i,j));
        if x<=0
            S=[i j real(RugiS(i,j)) imag(RugiS(i,j))];
            fprintf('%3.0f %3.0f %8.3f %8.3f\n',S);
        end
    end
end
end

```

```

disp(['-----']);
disp(' ');
disp(['Jumlah Pembangkitan = ' num2Str(SumG) ' kVA']);
disp(['Jumlah Pembebanan = ' num2Str(SumI) ' kVA']);
disp(['Jumlah Rugi-Rugi = ' num2Str(Rr) ' kVA']);
disp(['Jumlah Iterasi = ' num2Str(ite)]);
disp(['Waktu Iterasi = ' num2str(selang) ' detik']);
disp(' ');

%figure1 – GrafikTegangan(V,V1)
% Grafik tegangan newton-raphson
bus=(1:N);
teg1=real(V);
subplot(2,1,1);
plot(bus,teg1,'-+r')
xlabel('Bus')
ylabel('Tegangan')
title('Grafik Profil Tegangan Tiap-tiap Bus Metode Newton-Raphson')
grid on
legend('Newton-Raphson');

% Grafik V Composite Load Models
bus=(2:N);
subplot(2,1,2);
teg2=real(V1);
plot(bus,teg2,'-*b')
xlabel('Bus')
ylabel('Tegangan')
title('Grafik Profil Tegangan Tiap-tiap Bus Metode Composite Load')
grid on
legend('Composite');

```

0341 - 326034 (Hunting)
211

Facsimile : 0341 - 362046

Urutan : 974/330/APJ – MLG/2005
Sdr.No : ITN-1474/III.TA/2/2005
Kategori : -
Judul : Survey/ Permintaan Data

Malang, 11 Agustus 2005

Kepada
ITN (Institut Teknologi Nasional)
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2
Di
Malang

Menjawab surat Saudara nomor ITN-1474/III.TA/2/2005 pada tanggal 02 Juli 2005 perihal tersebut diatas, dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan mahasiswa saudara atas nama :

1. ANDY TRI DHARMIKA 00 12 008

Untuk melaksanakan Survey di UJ Malang PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 08 Agustus 2005 sampai dengan 19 Agustus 2005 dengan catatan PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.

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

Demikian agar menjadikan maklum.



Tembusan :
Manajer UJ Malang



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

Jl. Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114
Facsimile : (031) 7882578, 7681024

Kotak Pos : 4119 SBS
Bank : Bank Mandiri

no : 165 /330/RJTB/2005.
t Sdr. No : ITN-1389/III.TA/2/2005.
qiran : 1 (satu) lampiran.
hal : Ijin Survey/ Pengambilan Data.

22 JUN 2005

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Teknik,
Institut Teknologi Nasional Malang
DI
M A L A N G

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-1389/III.TA/2/2005 tanggal 01 Juni 2005 perihal : Survey/ Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

- ANDY TRI DHARMIKA Nim : 00.12.008.

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

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

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.

T. BLA J. P. IBNU :
utu data yg diperlukan yop.
ak & muncian 20-28 '05
6 7 '05

a.n. MANAGER
MANAGER BIDANG ENJINIRING,



Tembusan Yth. :

1. M.SDM PLN P3B.
2. MUPT Malang PLN P3B RJTB.
3. Sdr. Andy Tri Dharmika.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : ANDY TEGU DIARMAKA
Pria/ Wanita : PLIA
Tempat / Tanggal lahir : TEGAYATE / 22 SEPTEMBER 1981
Alamat / no telepon : JL KAWIH PASIR NO 24 PL. JOGJOKRTO
(0321) 327378
Pekerjaan : MAHASISWA

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

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



Surabaya, 13 Juni 2003
Yang membuat pernyataan
6000
Tel.
ANDY TEGU DIARMAKA



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

Nomor : ITN-1389/III.TA/2/2005
Lampiran : -
Perihal : Survey / Permintaan Data

Malang, 1 JUNI 2005

Kepada : Yth Pimpinan
PT.PLN (Persero) P3B Jawa Bali
Region Jawa Timur dan Bali
Jl. Suningrat No.45 Taman 61257
di-
Sidoarjo

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Bapak agar mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey pada Gardu Induk Blimbing Malang untuk mendapatkan data-data guna penyusunan Tugas Akhir dengan Judul :

ANALISA ALIRAN BEBAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODEL PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GARDU INDUK

Mahasiswa tersebut adalah :

1. ANDY TRI DHARMIKA

Nim : 00 12 008

Adapun lama Survey adalah : 2 (Dua) Minggu
Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.


Dekan
Fakultas Teknologi Industri
U.b. Wakil Dekan I
(Signature)
Iv. Made Wartana, MT
Nip. 131 991 182

Tembusan disampaikan kepada Yth :

1. Ketua Jurusan
2. Arsip



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : ANDY TRI DHARMIKA
NIM : 00.12008
Semester :
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Alamat : GELYA SAMPOERMA SEJAHTERA D-1/7 KARANGPLOSOMALANG

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat *SKRIPSI Tingkat Sarjana*. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

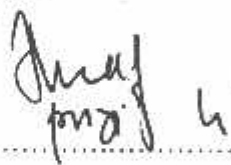
Adapun persyaratan-persyaratan pengambil: *SKRIPSI* adalah sebagai berikut :

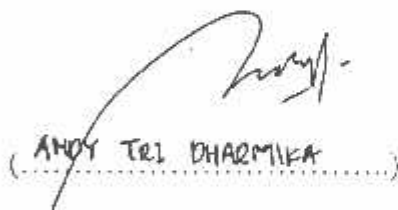
1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro

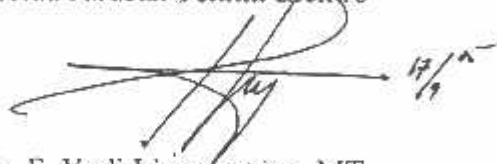
Malang, JULI 2005
Pemohon


.....


(ANDY TRI DHARMIKA.....)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Mengetahui
Dosen Wali


17/11


(Ir. I MADE WARTANA, MT.....)

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


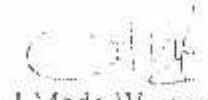

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. IPK $416/138 = 3.01$
2.
3. - 7 Pralat yg baru



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

1.	Nama Mahasiswa : Andy Tri Dharmawa	Nim : 00.12.008
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal : 14 Bulan : 02 Tahun : 2015
3.	Spesifikasi Judul : a. Sistem Tenaga Elektrik b. Mesin-Mesin Elektrik & Eida c. Sistem Pemb Energi Elektrik d. Sistem Kendali e. Teknik Tegangan Tinggi f. Lainnya	
4.	Konsultasikan judul sesuai mater bidang ilmu kepada Kelompok Dosen Keahlian :  Ketua Jurusan :  Ir. I Made Wartana, MT Nip. 131 991 182	
5.	Judul yang diajukan mahasiswa	ANALISA BEBAN BEBAN MENGGUNAIKAN METODE INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODEL PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GI
6.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	
7.	Cacatan : Tidak ada	
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Kelompok Dosen Keahlian	Disetujui : Kelompok Dosen Keahlian  Tanggal : 16 - 02 - 2015

Perhatian :

1. Formulir Pengajuan ini harap diserahkan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen sebagai berikut, dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai Form. S-1.
2. *) dilingkari a, b, c, ... atau d sesuai bidang keahlian.
3. **) diisi oleh Jurusan.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu *Ir. I Made Wartana MT*,
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : *Agus W. Dharma*
Nim : *13112010000*
Jurusan : Teknik Elektro (SI)
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, supaya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposals terlampir).

Hal ini sesuai dengan ketentuan yang tertera dalam peraturan akademik Universitas ITS

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang,

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Hormat kami,

I Made Wartana
Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131 991 182

Agus W. Dharma
Agus W. Dharma

*) coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i

Nama : ABBY MA WIDHAYANA

Nim : 02121005

Semester : 10 (SEMESTER)

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul : ANALISA KUALITAS AIR DI PERAIRAN WADUKAN METRO KAWILANAN CEMARA LESTARI DAN DAIRI SAKRAMAN DISERTAKAN DENGAN GAMBARAN DAN ET

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,

Catatan

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk di proses lebih lanjut.
*) Coret yang tidak perlu



NIP. 02121005

Form S-3b



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 1 Juni 2005

Nomor : ITN-454/I.SKP /2/05
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. I MADE WARTANA, 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 : ANDY TRI D
Nim : 0012008
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:

31 Mei 2005 s/d 31 Nop. 2005

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



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

Tinjauan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

Form. S-4a



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 19 Jan. 2006

Nomor : ITN-1035/I.SKP /2/06
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. IMADE WARTANA *)**
Dosen Institut Teknologi Nasional
di - Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam perpanjangan masa bimbingan skripsi yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : ANDY TRI D
Nim : 0012008
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan Kembali sepenuhnya kepada Saudara/I, selama masa waktu 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal:

1 Des. 2005 s/d 1 Mei 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro, apabila lewat dari batas waktu tsb, maka, skripsinya akan digugurkan. Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua
Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

Tindakan :

1. *) Perpanjangan Kontrak
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip.

Form. S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANDY TRI DHARMIKA
 Nim : 00.12.008
 Masa Bimbingan : 31 Mei 2005 s/d 31 November 2005
 Judul Skripsi : ANALISA ALIRAN BEBAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODEL PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GARDU INDUK

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	09-08-'05	Latar belak, masalah & tujuan di susun paragraf	df.
2.	09-08-'05	Bahasa yg. Past Decoupled dan menggunakan grafik	df.
3.	06-08-'05	Buat skema bus kecil (3-6 bus) cek opt setelah prosesnya	df.
4.	01-09-'05	Revisi bus kecil menurut flo chart	df.
5.	29-09-'05	Penyusunan bus tulis, rumusan masalah, al sentans, mana. perbandingan waktu.	df.
6.	29-09-'05	Kelau menurut membandingkan skema metode sebelumnya. kelemahan? dan kelebihan pd rumusan masalah.	df.
7.	22-10-'05	Apakah yg. di maksud R/x tinggi dan bagaimana metode baru mengitisi	df.
8.	12/01	Layanan yg. menurut Diagram Pem	df.
9.	06/01	1. cara analisis disempurnakan? proses	df.
10.	20/01	Revisi bus tulis Revisi metode	df.

Malang, 200
 Dosen Pembimbing,

Ir. I MADE WARTANA, MT

Form.S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANDY TRI DHARMIKA
Nim : 00.12.008
Masa Bimbingan : 1 Desember 2005 s/d 1 Mei 2006
Judul Skripsi : ANALISA ALIRAN DAYA MENGGUNAKAN METODE
INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODELS PADA
JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI
GARDU INDUK BLIMBING MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	25/01 '06	Revisi tata tulis & sajian	[Signature]
2.	14/02 '06	Revisi daftar Seminar	[Signature]
3.	2/03 '06	Revisi isi bab III simpulan tata tulis Revisi daftar Kontes	[Signature]
4.	07/03 '06	Pelamin, Hand & Mula Revisi Skripsi	[Signature]
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 200
Dosen Pembimbing

Ir. I MADE WARTANA, MT

Form.S-4b



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : ANDY TRI DHARMIKA
2. NIM : 00.12.008
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN
METODE *INCORPORATING COMPOSITE
LOAD MODELS* PADA JARINGAN
DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI
GARDU INDUK BLIMBING MALANG
6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 19 Pebruari 2005
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 18 Maret 2006
8. Dosen Pembimbing : Ir. I MADE WARTANA, MT
9. Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 85 (Delapan Puluh Lima) 

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



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

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131 991 182



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : ANDY TRI DHARMIKA
N.I.M. : 00.12.008
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN
METODE *INCORPORATING COMPOSITE
LOAD MODELS* PADA JARINGAN
DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GARDU
INDUK BLIMBING MALANG

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 18 Maret 2006
Dengan Nilai : 80,05 (A) *80*



(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Sekretaris

(Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE)
Penguji Pertama

Anggota Penguji

(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)
Penguji Kedua



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 18 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : ANDY TRI DHARMIKA
2. NIM : 00.12.008
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi :

ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN METODE *INCORPORATING COMPOSITE LOAD MODELS* PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL SEIMBANG DI GARDU INDUK BLIMBING MALANG

Perbaikan Meliputi :

No.	Materi Perbaikan	Ket
1.	Baik pada batasan masalah maupun pada Bab III perlu ada tambahan penjelasan tentang metode <i>Incorporating Composite Load Models</i> (beban komposit)	
2.	Kesimpulan sesuaikan dengan rumusan masalah	
3.	Uji validasi	
4.	Catatan kaki Bab III (Teori dari mana hal 32) referensinya tulis dalam daftar pustaka	
5.	Jika dibandingkan dengan <i>Newton Raphson</i> , lampirkan flowchartnya	

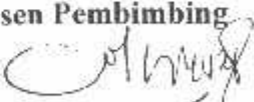
Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE
NIP. Y. 103 9000 208

Penguji Kedua

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. P. 101 870 0015

Dosen Pembimbing

Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131.991.182

28
05



Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : *Andri Tri D*
NIM : *0012058*
Perbaikan meliputi :

Kesimpulan sesuai dengan rumus yang ada.

- Uji validasi.

- Catatan kaki Bab III (sori dan nama Ind 32) Referensinya tulis dalam daftar pustaka.

- Jeda dibawakan dengan nomor halaman, lampiran Howchart nya

Malang,

(Andri Tri D)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : ANDY TRI D
NIM : 0012008
Perbaikan meliputi :

Baik pada Bab IV masalah muncul pada
Bab II perlu ada tambahan penjelasan tgl
Composite load (Beban Komposit)

Malang, 18/03/2006

(Amizah)

```
fgCostGen.Cells[2,0]:='Biaya PLN (Rp)';
fgCostGen.Cells[3,0]:='Biaya TS (Rp)';
fgCostGen.Cells[4,0]:='Selisih (Rp)';
cmbUang.Text:='IDR';
lblUang1.Caption:='Rupiah/jam';
lblUang2.Caption:='Rupiah/jam';
lblUang3.Caption:='Rupiah/jam';
end;

procedure TFormParamTS.cmbUangChange(Sender: TObject);
begin
  if cmbUang.Text='IDR' then
  begin
    lblUang1.Caption:='Rupiah/jam';
    lblUang2.Caption:='Rupiah/jam';
    lblUang3.Caption:='Rupiah/jam';
  end
  else if cmbUang.Text='USD' then
  begin
    lblUang1.Caption:='US $/hour';
    lblUang2.Caption:='US $/hour';
    lblUang3.Caption:='US $/hour';
  end;
end;

end.
```
