

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



**OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY* UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA
G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH**

SKRIPSI

Disusun Oleh :
M.IMAM SYAFI'I
05.12.026

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

Februari 2010

RESEARCH AND ANALYSIS MANAGEMENT SYSTEMS
CORPORATION
10000 WILSON AVENUE
BETHESDA, MARYLAND 20814
TELEPHONE (301) 490-6100

RESEARCH AND ANALYSIS MANAGEMENT SYSTEMS
CORPORATION
10000 WILSON AVENUE
BETHESDA, MARYLAND 20814
TELEPHONE (301) 490-6100

RESEARCH

RESEARCH
CORPORATION
10000 WILSON AVENUE
BETHESDA, MARYLAND 20814
TELEPHONE (301) 490-6100

RESEARCH

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGGUNAKAN
METODE FUZZY UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA
G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

M.IMAM SYAFI'I

05.12.026

**Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing I**



IR. H. TAUFIK HIDAYAT, MT

NIP.Y. 1018700151

**Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing II**



IRINE BUDI SULISTIAWATI, ST. MT

NIP. 19770615.200501.2.002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



IR. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT

NIP.Y. 1039500274

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

A B S T R A K S I

OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH

(M.IMAM SYAFI'I, Nim. 05.12.026, Teknik Elektro/T.Energi Listrik S-1)

(Dosen Pembimbing I : Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

(Dosen Pembimbing II : Irrine Budi Sulistiawati, ST. MT)

Kata Kunci : *jaringan distribusi radial tak seimbang, rugi-rugi daya, konverter daya tiga fasa, metode Fuzzy.*

Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban-beban yang pada awalnya merata tetapi karena ketidakserempakan waktu penyalan beban-beban tersebut maka menimbulkan ketidakseimbangan beban antar fasa yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik. Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yaitu ketidaksamaan daya yang mengalir pada masing-masing fasa yang berdampak tidak samanya arus yang mengalir pada tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus di netral trafo. Sehingga menimbulkan rugi-rugi daya yang sangat besar.

Pemasangan konverter daya pada jaringan merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ketidak seimbangan beban tersebut. Konverter daya tiga fasa (ac/dc-dc/ac) yang terdiri dari rectifier dioda, saluran DC tanpa rugi-rugi, dan inverter PWM berfungsi menyeimbangkan beban pada jaringan tiga fasa. Disini kita akan menganalisa penempatan yang optimal konverter daya tiga fasa dengan menggunakan metode *fuzzy* dan pengaruh pemasangan konverter daya tiga fasa dalam meminimalisir rugi-rugi daya pada jaringan distribusi radial 20kV di G.I Ploso Penyulang Megaluh dengan kondisi beban tak seimbang.

Setelah dilakukan optimasi menggunakan metode fuzzy, untuk pemasangan konverter tiga fasa yang tepat pada Penyulang Megaluh adalah terdapat pada saluran sebelum transformator 89. Dengan pemasangan konverter tiga fasa pada saluran sebelum transformator 89 pada penyulang Megaluh, maka mampu meminimalisir rugi-rugi daya dari prosentase penyaluran daya aktif 1.504 % sebelum pemasangan konverter, setelah pemasangan konverter menjadi 0.098 %. Sedangkan prosentase penyaluran daya reaktif 1.7 % sebelum pemasangan konverter, setelah pemasangan konverter menjadi 0.87 %.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, **“OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH”**.

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

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

1. Ibuku Suyatik dan Bapakku Supadi tercinta.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku rektor ITN Malang
3. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Yusuf Ismail Nakhoda, ST. MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
6. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT, selaku bapak dan dosen pembimbing I.
7. Ibu Irrine Budi Sulistyawati, ST. MT, selaku dosen pembimbing II.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi dapat berguna dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Malang, Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman:
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Pemecahan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.1.1. Pengertian Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.1.2. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	9
2.1.3. Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik.....	10

2.1.4. Jaringan Sistem Distribusi Primer.....	12
2.1.4.1. Jaringan Distribusi Radial	12
2.1.4.2. Saluran Radial Interkoneksi	14
2.1.5. Jaringan Sistem Distribusi Skunder	17
2.2. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik	18
2.2.1. Daya Aktif (<i>Active Power</i>).....	18
2.2.2. Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>).....	18
2.2.3 Daya Semu (<i>Apparent Power</i>).....	19
2.3. Beban Seimbang Dan Ketidakseimbangan Beban.....	19
2.3.1. Beban Seimbang.....	19
2.3.2. Ketidakseimbangan Beban.....	20
2.3.3. <i>Losses</i> (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Transformator.....	21
2.3.4. Penyaluran dan Susut Daya.....	22
2.4. Model Konverter Daya Tiga Fasa.....	23
2.4.1. Model Rectifier	25
2.4.2. Model Saluran DC.....	29
2.4.3. Model Inverter.....	30
2.4.4. Aliran Daya Konverter	31
2.4.5. Algoritma Untuk Solusi Aliran Daya Pada Konverter.....	32

BAB III PROGRAM SIMULASI *SOFTWARE PSCAD/EMTDC V4.2*

POWER SYSTEM SIMULATION DAN MATLAB V6.5.0.

3.1.	<i>Software PSCAD/EMTDC V 4.2 POWER SIMULATION</i>	35
3.1.1.	<i>Memulai PSCAD/EMTDC Power Simulation</i>	36
3.2.	<i>Aliran Daya Jaringan Distribusi Radial</i>	40
3.3.	<i>Software MATLAB</i>	42
3.3.1.	<i>Listing Program Fuzzy Pada Software MATLAB 6.5.0</i>	43
3.3.1.1	<i>Listing Program TLParameters</i>	43
3.3.1.2	<i>Listing Program YBus3Ph</i>	45
3.3.1.3	<i>Listing Program NewtonRaphson3Ph</i>	46
3.3.1.4	<i>Listing Program PowerFlows3Ph</i>	47
3.3.1.5	<i>Listing Program Metode Fuzzy</i>	48
3.3.1.6	<i>Listing Program Penempatan Konverter</i>	51
3.3.2.	<i>Logika Fuzzy</i>	52
3.3.2.1	<i>Fuzzyfikasi dan Fungsi Keanggotaan</i>	53
3.3.2.2	<i>Evaluasi Rule</i>	55
3.3.2.3	<i>Defuzzyfikasi</i>	56

BAB IV ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KONVERTER DAYA PADA SISTEM DISTRIBUSI PRIMER 20Kv DI G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH

4.1.	<i>Data Pembebanan Trafo Distribusi Dan Pengolahan Data</i>	62
------	---	----

4.1.1.	Perhitungan Prosentase Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa Pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) G.I Ploso Penyulang Megaluh.....	63
4.1.2.	Perhitungan Daya Aktif (P) Dan Daya Reaktif (Q) Pada Masing-Masing Trafo Distribusi	66
4.2.	Menggambar Single Line Diagram Dan Memasukkan Data Parameter.....	68
4.3.	Analisa Data Sebelum Pemasangan Konverter Daya	72
4.4.	Optimasi Model Konverter Daya Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> Pada <i>Software</i> MATLAB V6.5.0.	78
4.4.2.	Analisa Dengan Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i>	79
4.5.	Analisa Data Sesudah Pemasangan Konverter Daya	81
4.6.	Analisa Hasil Perbandingan Aliran Daya Sebelum Dengan Sesudah Pemasangan Konverter	89

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	93
5.2.	Saran.....	93

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman :
2-1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	8
2-2. Pembagian Atau Pengelompokan Tegangan Sistem Tenaga Listrik	9
2-3. Diagram Satu Garis Penyulang Radial Interkoneksi.....	15
2-4. Komponen Sistem Distribusi	17
2-5. Vektor Diagram Arus Seimbang.....	20
2-6. Vector Diagram Arus Tidak Seimbang.....	21
2-7. Diagram skema konverter daya tiga fasa	17
2-8. Rangkaian konverter tiga fasa.....	24
2-9. Model rectifier tiga fasa	25
2-10. Model Inverter Tiga Fasa	30
3-1. Tampilan utama <i>Software PSCAD/EMTDC Power Simulation</i>	36
3-2. Tampilan Modul Utama	37
3-3. Tampilan <i>Master Library</i>	38
3-4. <i>Flowchart LoadFlow</i> Menggunakan Software PSCAD	39
3-5. <i>Single Line</i> Diagram Penyulang Megaluh.....	41
3-6. Tampilan Awal MATLAB Versi 6.5.0.	43
3-7. <i>Listing Program</i> TLParameters Pada <i>Software</i> MATLAB 6.5.0.....	44
3-8. <i>Listing Program</i> YBus3Ph Pada <i>Software</i> MATLAB 6.5.0.	45
3-9. <i>Listing Program</i> NewtonRaphson3Ph Pada <i>Software</i> MATLAB 6.5.0. ..	47
3-10. <i>Listing Program</i> PowerFlows3Ph Pada <i>Software</i> MATLAB 6.5.0.	48

3-11.	<i>Listing Program Metode Fuzzy Untuk Menganalisa Ketidakseimbangan</i> <i>Beban Pada Software MATLAB 6.5.0.....</i>	51
3-12.	<i>Listing Program Metode Fuzzy Untuk Optimasi Penempatan Konverter Tiga</i> <i>Fasa Pada Software MATLAB 6.5.0.....</i>	52
3-13.	Fungsi Keanggotaan Dengan Fungsi Segitiga (<i>Triangle</i>).....	54
3-14.	Proses <i>fuzzyfikasi</i>	54
3-15.	Proses <i>Evaluasi Rule</i>	56
3-16.	Proses <i>Defuzzyfikasi</i>	57
3-17.	<i>Flowchart</i> Logika <i>Fuzzy</i>	58
3-18.	<i>Flochart</i> Pemecahan masalah	59
4-1.	Tampilan <i>Single Line</i> dalam <i>PSCAD</i>	68
4-2.	Tampilan Inputan Data Transformator Gardu Induk	69
4-3.	Tampilan Inputan Data Transformator Distribusi.....	70
4-4.	Data Pembebanan Transformator 89 Untuk Fasa R, S, dan T	71
4-5.	Data Pembebanan Transformator 446 Untuk Fasa R, S, dan T	71
4-6.	Trafo Mana Yang Dalam Keadaan Seimbang Dan Tidak Seimbang.....	79
4-7.	Optimasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> Pada <i>Software</i> MATLAB.....	80
4-8.	Tampilan <i>Single Line</i> Sesudah PemasanganKonverter Daya Dalam <i>PSCAD</i>	81

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman :
4-1 Data Pembebanan Trafo Distribusi	62
4-2 Perhitungan Prosentase Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa	65
4-3 Perhitungan Pembebanan P dan Q Masing-Masing Trafo	67
4-4. IR, IS, dan IT Trafo Pada Saluran Primer 20kV	74
4-5. ER, ES, dan ET Trafo Pada Saluran Primer 20kV	75
4-6. PR, PS, dan PT Trafo Pada Saluran Primer 20kV	76
4-7. QR, QS, dan QT Trafo Pada Saluran Primer 20kV	77
4-8. Daya Total Pada Fasa R, S, dan T	78
4-9. IR, IS, dan IT Trafo Pada Saluran Primer 20kV	84
4-10. ER, ES, dan ET Trafo Pada Saluran Primer 20kV	85
4-11. PR, PS, dan PT Trafo Pada Saluran Primer 20kV	86
4-12. QR, QS, dan QT Trafo Pada Saluran Primer 20kV	87
4-13. Daya Total Pada Fasa R, S, dan T	88
4-14. Perbandingan Daya Total Sebelum Dan Sesudah Pemasangan Konverter	89

DAFTAR GRAFIK

Grafik :	Halaman :
4-1 Perbandingan Daya Aktif dan Daya Reaktif Sebelum dan Sesudah Pemasangan Konverter.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini Indonesia sedang melaksanakan pembangunan disegala bidang. Bersamaan dengan laju pertumbuhan pembangunan maka dituntut adanya sarana dan prasarana yang mendukungnya seperti tersedianya tenaga listrik. Saat ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Hal ini disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk ditransportasikan dan dikonversikan kedalam bentuk tenaga yang lain. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik.

Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban-beban yang pada awalnya merata tetapi karena ketidakserempakan waktu penyalan beban-beban tersebut maka menimbulkan ketidakseimbangan beban antar fasa yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik. Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yaitu ketidaksamaan daya yang mengalir pada masing-masing fasa yang berdampak tidak samanya arus yang mengalir pada tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus di netral trafo. Sehingga menimbulkan rugi-rugi daya yang sangat besar^[3].

Analisa ketidakseimbangan beban ini akan dilakukan di G.I Ploso Penyulang Megaluh. Dikarenakan pada G.I Ploso Penyulang Megaluh terdapat ketidakseimbangan beban. Dapat dilihat dari data pembebanan trafo yang didapat dari

PLN UPJ Jombang.

Konverter tiga fasa merupakan suatu alat elektronika daya yang digunakan sebagai penyeimbang daya pada jaringan tiga fasa. Penggunaan konverter daya tiga fasa pada jaringan distribusi dapat mengatasi ketidakseimbangan antar fasa tersebut. Dengan demikian, dengan adanya konverter daya tiga fasa maka sistem distribusi akan menyuplai daya dalam kondisi seimbang, maka rugi-rugi daya yang timbul dapat diminimalisir^[1].

Skripsi ini menganalisa pemasangan konverter tiga fasa pada jaringan 20kV. Sehingga ketidakseimbangan pada sistem dapat dikurangi dan rugi-rugi akibat ketidakseimbangan beban dapat diminimalisir.

1.2 Rumusan Masalah

Ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi akan mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya yang besar. Konverter daya tiga fasa merupakan suatu perangkat elektronika daya yang digunakan sebagai penyeimbang jaringan tiga fasa. Dengan kondisi beban yang seimbang maka rugi-rugi daya yang terjadi dapat diminimalisir permasalahan yang timbul adalah:

Bagaimana menempatkan model konverter tiga fasa yang sudah ada secara optimal pada jaringan distribusi primer 20kV tipe radial.

Bagaimana pengaruh pemasangan model konverter tiga fasa yang sudah ada untuk meminimalisir rugi-rugi daya pada jaringan distribusi primer 20kV tipe radial.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas maka, tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Menentukan letak yang optimal dari model Konverter Tiga Fasa yang sudah ada pada sistem jaringan listrik distribusi G.I Ploso Penyulang Megaluh.
2. Menyeimbangkan beban pada sistem jaringan listrik distribusi G.I Ploso Penyulang Megaluh untuk mengurangi rugi-rugi daya dengan memasang model Konverter Tiga Fasa yang sudah ada.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka ruang lingkup pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Jaringan yang akan dianalisa adalah jaringan distribusi di G.I Ploso Penyulang Megaluh Jombang, antara trafo G.I sampai LBS Ds. Karangdagangan.
2. Analisa dilakukan pada beban penyulang yang telah ada guna diperoleh rugi-rugi daya
3. Faktor daya diasumsikan 0.85.
4. Analisa penentuan penempatan optimal lokasi Konverter Tiga Fasa menggunakan Metode *Fuzzy* menggunakan *Software Matlab*.
5. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *Software PSCAD/EMTDC V4.2 Power System Simulation*.

1.5 Metodologi Pemecahan Masalah

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah:

1. Studi literatur, yaitu kajian pustaka yang mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan yang ada
2. Pengambilan data sebagai acuan dalam melengkapi parameter-parameter yang digunakan untuk menganalisis masala.
 - Data kuantitatif yaitu data yang dapat dihitung atau berupa angka-angka, yang terdiri dari:
 - a. Data beban-beban
 - b. Data saluran
 - Data kualitatif yaitu data yang berbentuk diagram, dalam hal ini *single line* diagram.
3. Simulasi dan pembahasan masalah
 - Untuk analisa aliran daya dilakukan dengan menggunakan *Software PSCAD/EMTDC V4.2 Power System Simulation*.
 - Untuk menentukan penempatan lokasi yang optimal dari Konverter Tiga Fasa menggunakan metode *Fuzzy* yang disimulasikan dengan program MATLAB 6.5.0.
4. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil analisa data.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan Latar belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, Sistematika Penulisan, dan Relevansi.

BAB II : LANDASAN TEORI

Disini akan diuraikan mengenai sistem jaringan distribusi, sturktur jaringan distribusi tenaga listrik, beban seimbang dan ketidak seimbangan beban, dan model konverter daya tiga fasa.

BAB III : PROGRAM SIMULASI *SOFTWARE PSCAD/EMTDC V4.2 POWER SYSTEM SIMULATION* DAN *MATLAB V6.5.0*.

Pada bab ini akan dibahas tentang *software PSCAD/EMTDC V4.2 Power System Simulation*, *software MATLAB V6.5.0*, dan metode *fuzzy*.

BAB IV : ANALISA DAN HASIL

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisa dari hasil simulasi program *MATLAB 6.5.0*. mengenai penentuan letak Konverter Tiga Fasa menggunakan metode *Fuzzy*, serta perbandingan kualitas daya sebelum dan setelah penempatan Konverter Tiga Fasa yang disimulasikan menggunakan *Software PSCAD/EMTDC V4.2 Power System Simulation*.

BAB V : KESIMPULAN

Berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisa yang diperoleh.

1.7 Relevansi

Dengan diperkenalkannya konverter daya tiga fasa ini, maka nantinya akan dapat menjadi solusi dalam menyelesaikan permasalahan ketidakseimbangan beban antar fasa yang terjadi pada jaringan distribusi, dengan demikian dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya P.T. PLN (Persero) dalam meningkatkan penyaluran tenaga listrik yang lebih baik.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik^[2]

2.1.1 Pengertian Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah;

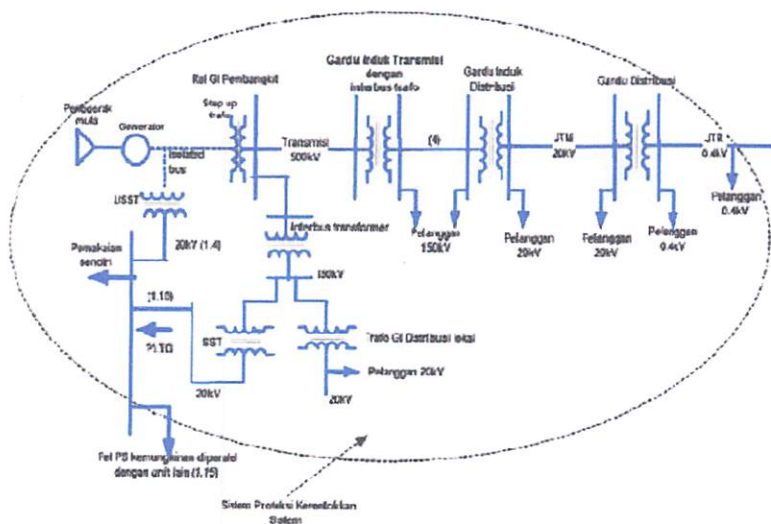
- 1) Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan) dan,
- 2) Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 150kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi.

Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2.R$). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik

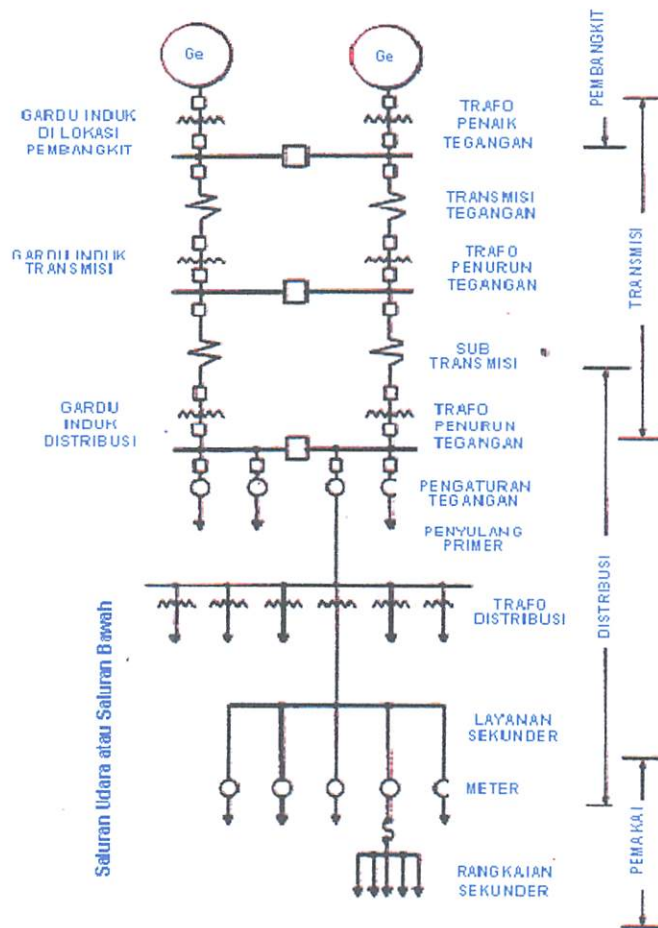
dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 380/220Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo step-up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV,UHV,EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahalnya harga perlengkapan-perlengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo step-down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda.



Gambar 2-1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

2.1.2 Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik



Gambar 2-2. Pembagian atau Pengelompokan Tegangan Sistem Tenaga Listrik

Untuk kemudahan dan penyederhanaan, lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan seperti pada Gambar 2-2:

Pembangkit : Bagian pembangkitan (Generation).

Jaringan Transmisi : Bagian penyaluran (Transmission) , bertegangan tinggi (HV,UHV,EHV).

Jaringan Distribusi : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV).

Pemakai : (Di dalam bangunan pada beban/konsumen), Instalasi, bertegangan rendah.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat.

- a. **SUTM**, terdiri dari : Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan per-lengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus.
- b. **SKTM**, terdiri dari : Kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
- c. **Gardu trafo**, terdiri dari : Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
- d. **SUTR dan SKTR** terdiri dari: sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM. Yang membedakan hanya dimensinya.

2.1.3 Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik

Secara umum, saluran tenaga Listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Menurut nilai tegangannya:
 - Saluran distribusi primer.

Terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik Sekunder trafo substation (G.I.) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20kV. Jaringan listrik 70 kV atau 150 kV, jika langsung melayani pelanggan, bisa disebut jaringan distribusi.

- Saluran distribusi sekunder.

Terletak pada sisi sekunder trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban (Lihat Gambar 2-2)

b. Menurut bentuk tegangannya.

- Saluran Distribusi DC (Direct Current) menggunakan sistem tegangan searah.
- Saluran Distribusi AC (Alternating Current) menggunakan sistem tegangan bolak-balik.

c. Menurut jenis atau tipe konduktornya.

- Saluran udara, dipasang pada udara terbuka dengan bantuan support (tiang) dan perlengkapannya.
- Saluran Bawah Tanah, dipasang di dalam tanah, dengan menggunakan kabel tanah (ground cable).
- Saluran Bawah Laut, dipasang di dasar laut dengan menggunakan kabel laut (submarine cable).

d. Menurut susunan (konfigurasi) salurannya.

- Saluran konfigurasi horisontal, Bila saluran fasa terhadap fasa yang lain/terhadap netral, atau saluran positif terhadap negatif (pada sistem DC) membentuk garis horisontal.

- Saluran konfigurasi vertikal, Bila saluran-saluran tersebut membentuk garis vertikal.
 - Saluran konfigurasi delta, Bila kedudukan saluran satu sama lain membentuk suatu segitiga (delta).
- e. Menurut susunan rangkaiannya.

Dari uraian diatas telah disinggung bahwa sistem distribusi di bedakan menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder.

2.1.4 Jaringan Sistem Distribusi Primer

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer.

2.1.4.1 Jaringan Distribusi Radial

Bila antara titik sumber dan titik bebannya hanya terdapat satu saluran (line), tidak ada alternatif saluran lainnya. Bentuk Jaringan ini merupakan bentuk dasar, paling sederhana dan paling banyak digunakan. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu, dan dicabang-cabang ke titik-titik beban yang dilayani.

Catu daya berasal dari satu titik sumber dan karena adanya pencabangan-pencabangan tersebut, maka arus beban yang mengalir sepanjang saluran menjadi tidak sama besar.

Oleh karena kerapatan arus (beban) pada setiap titik sepanjang saluran tidak sama besar, maka luas penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak harus sama. Maksudnya, saluran utama (dekat sumber) yang menanggung arus beban besar, ukuran penampangnya relatif besar, dan saluran cabang-cabangnya makin ke ujung dengan arus beban yang lebih kecil, ukurannya lebih kecil pula. Spesifikasi dari jaringan bentuk radial ini adalah:

- a). Bentuknya sederhana.(+)
- b). Biaya investasinya relatif murah.(+)
- c). Kualitas pelayanan dayanya relatif jelek, karena rugi tegangan dan rugi daya yang terjadi pada saluran relatif besar.(-)
- d). Kontinuitas pelayanan daya tidak terjamin, sebab antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternatif saluran sehingga bila saluran tersebut mengalami gangguan, maka seluruh rangkaian sesudah titik gangguan akan mengalami "*black out*" secara total.(-)

Untuk melokalisir gangguan, pada bentuk radial ini biasanya dilengkapi dengan peralatan pengaman berupa fuse, *sectionalizer*, *recloser*, atau alat pemutus beban lainnya, tetapi fungsinya hanya membatasi daerah yang mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah/dibelakang titik gangguan, selama gangguan belum teratasi.

Jaringan distribusi radial ini memiliki beberapa bentuk modifikasi, antara lain:

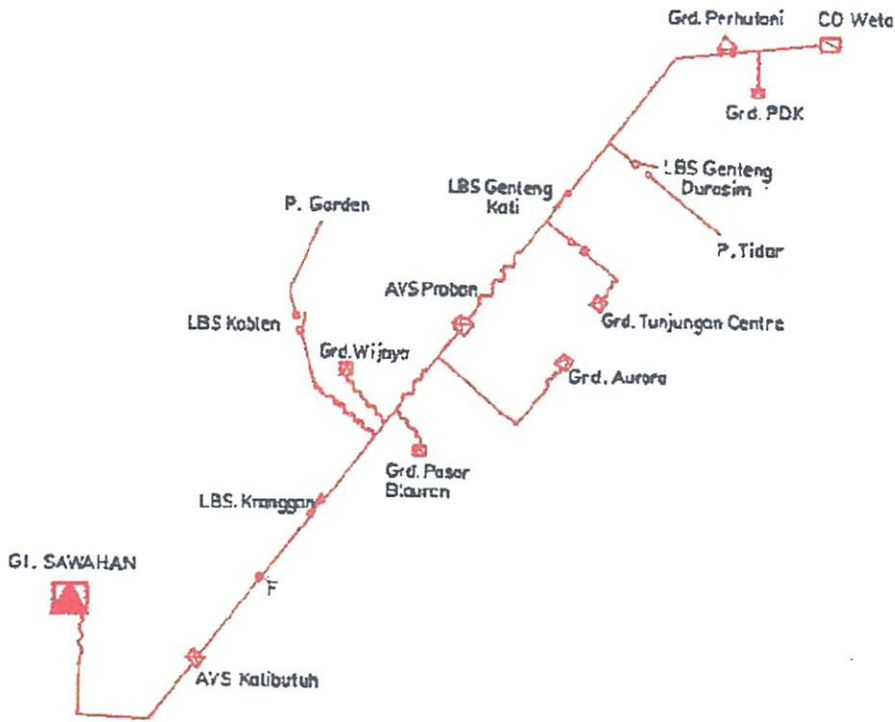
- (1). Radial tipe pohon.
- (2). Radial dengan tie dan switch pemisah.
- (3). Radial dengan pusat beban.
- (4). Radial dengan pembagian phase area.
- (5). Radial interkoneksi.

2.1.4.2 Saluran Radial Interkoneksi

Saluran Radial Interkoneksi yaitu terdiri lebih dari satu saluran radial tunggal yang dilengkapi dengan LBS/AVS sebagai saklar interkoneksi. Masing-masing tipe saluran tersebut memiliki spesifikasi sendiri. Pada dasarnya semua beban yang memerlukan tenaga listrik, menuntut kondisi pelayanan yang terbaik, misalnya dalam hal stabilitas tegangannya, sebab seperti telah dijelaskan, bila tegangan tidak nominal dan tidak stabil, maka alat listrik yang digunakan tidak dapat beroperasi secara normal, bahkan akan mengalami kerusakan. Tetapi dalam prakteknya, seberapa besar tingkat pelayanan terbaik dapat dipenuhi, masih memerlukan beberapa pertimbangan, mengingat beberapa alasan.

Digunakan untuk daerah dengan :

- Kepadatan beban yang tinggi.
- Tidak menuntut keandalan yang terlalu tinggi.



Gambar 2-3. Diagram Satu Garis Penyulang Radial Interkoneksi

Secara umum, baik buruknya sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari hal-hal berikut ini:

- 1) Kontinuitas Pelayanan yang baik, tidak sering terjadi pemutusan, baik karena gangguan maupun karena hal-hal yang direncanakan. Biasanya, kontinuitas pelayanan terbaik diprioritaskan pada beban-beban yang dianggap vital dan sama sekali tidak dikehendaki mengalami pemadaman, misalnya: instalasi militer, pusat pelayanan komunikasi, rumah sakit, dll.
- 2) Kualitas Daya yang baik, antara lain meliputi:
 - Kapasitas daya yang memenuhi.
 - Tegangan yang selalu konstan dan nominal.
 - Frekuensi yang selalu konstan (untuk sistem AC).

Catatan: Tegangan nominal di sini dapat pula diartikan kerugian tegangan yang terjadi pada saluran relatif kecil sekali.

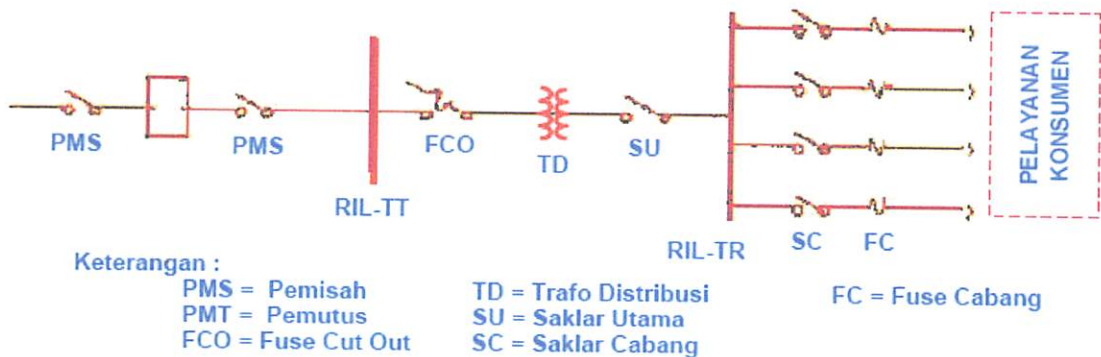
- 3) Perluasan dan Penyebaran daerah beban yang dilayani seimbang. Khususnya untuk sistem tegangan AC 3 fasa, faktor keseimbangan/kesimetrisan beban pada masing-masing fasa perlu diperhatikan. Bagaimana pengaruh pembebanan yang tidak simetris pada suatu sistem distribusi.
- 4) Fleksibel dalam pengembangan dan perluasan daerah beban. Perencanaan sistem distribusi yang baik, tidak hanya bertitik tolak pada kebutuhan beban sesaat, tetapi perlu diperhatikan pula secara teliti mengenai pengembangan beban yang harus dilayani, bukan saja dalam hal penambahah kapasitas dayanya, tetapi juga dalam hal perluasan daerah beban yang harus dilayani.
- 5) Kondisi dan Situasi Lingkungan. Faktor ini merupakan pertimbangan dalam perencanaan untuk menentukan tipe-tipe atau macam sistem distribusi mana yang sesuai untuk lingkungan bersangkutan, misalnya tentang konduktornya, konfigurasinya, tata letaknya, dsb. Termasuk pertimbangan segi estetika (keindahan) nya.
- 6) Pertimbangan Ekonomis. Faktor ini menyangkut perhitungan untung rugi ditinjau dari segi ekonomis, baik secara komersil maupun dalam rangka penghematan anggaran yang tersedia.

2.1.5 Jaringan Sistem Distribusi Skunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan adalah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sbb:

- 1) Papan pembagi pada trafo distribusi,
- 2) Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder).
- 3) Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
- 4) Alat Pembatas dan pengukur daya (kWH. meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan.

Komponen saluran distribusi sekunder seperti ditunjukkan pada gambar 2-4 berikut ini.



Gambar 2-4. Komponen Sistem Distribusi

2.2 Daya dalam Sistem Tenaga Listrik^[2]

2.2.1 Daya aktif (*Active Power*)

Secara umum daya aktif dinyatakan oleh persamaan :

$$P = [V] [I] \cos \varphi \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

P = Daya rata-rata yang disebut juga daya aktif (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

2.2.2 Daya Reaktif (*Reactive Power*)

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif (VAR).

Persamaan daya reaktif adalah :

$$Q = [V] [I] \sin \varphi \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

Q = Daya reaktif (VAR)

V = tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

Dua macam daya reaktif yaitu : daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya memiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja, tetapi tersimpan dalam bentuk energi magnetis atau energi kapasitif.

Daya reaktif induktif adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh alat-alat seperti motor induksi, transformator dan sebagainya.

2.2.3 Daya Semu (*Apparent Power*)

Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Atau: $S = V \cdot I$

Dimana:

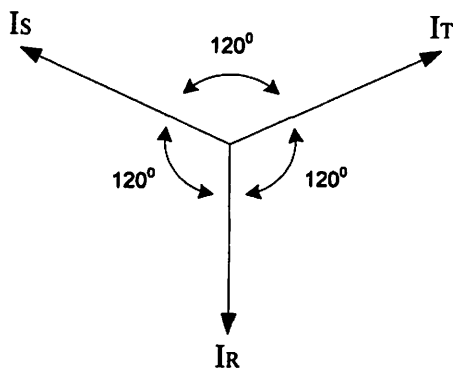
$$S = \text{Daya Semu (VA)}$$

2.3 Beban Seimbang Dan Ketidakseimbangan Beban^[3]

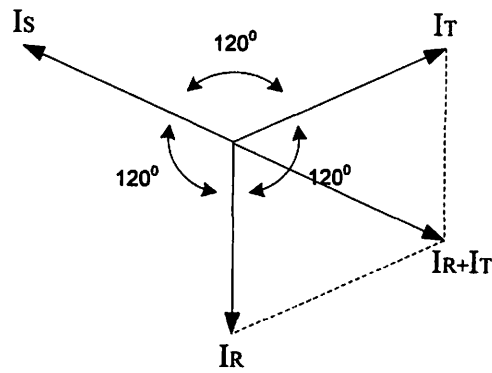
2.3.1 Beban Seimbang

Yang dimaksud dengan beban dalam keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana :

- Ketiga vektor arus / tegangan sama besar.
- Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.



(a)



(b)

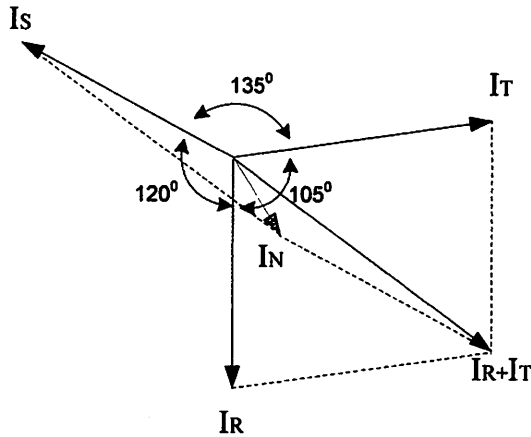
Gambar 2-5. Vektor Diagram Arus Seimbang

Gambar 2-5 (a) menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Di sini terlihat pada gambar 2-5 (b) bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral (I_N).

2.3.2 Ketidakseimbangan Beban

Yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada 3 yaitu:

- Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 2-6. Vector Diagram Arus Tidak Seimbang

Gambar 2-6. menunjukkan vektor diagram arus yang tidak seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) tidak sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung dari seberapa besar factor ketidakseimbangannya.

2.3.3 Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Transformator.

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalir arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan *losses* (rugi-rugi).

Losses pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- P_N = *losses* pada penghantar netral trafo (watt)
- I_N = arus yang mengalir pada netral trafo (A)
- R_N = tahanan penghantar netral trafo (Ω)

Sedangkan *losses* yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (*ground*) dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

P_G = *losses* akibat arus netral yang mengalir ketanah (watt)

I_G = arus netral yang mengalir ketanah (A)

R_G = tahanan pembumian netral trafo (Ω)

2.3.4 Penyaluran dan Susut Daya

Misalnya daya sebesar P disalurkan melalui suatu saluran dengan penghantar netral. Apabila pada penyaluran daya ini arus-arus fasa dalam keadaan seimbang, maka besarnya daya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = 3 \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan:

P = daya pada ujung kirim

V = tegangan pada ujung kirim

$\cos \varphi$ = faktor daya

Daya yang sampai ujung terima akan lebih kecil dari P karena terjadi penyusutan dalam saluran.

Jika [I] adalah besaran arus rata-rata dalam penyaluran daya sebesar P pada keadaan seimbang, maka pada penyaluran daya yang sama tetapi dengan keadaan tak seimbang besarnya arus-arus fasa dapat dinyatakan dengan koefisien *a*, *b* dan *c* sebagai berikut :

$$I = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan I adalah arus rata-rata.

$$\begin{aligned}
 [IR] &= a [I] \\
 [IS] &= b [I] \quad \dots\dots\dots(2.8) \\
 [IT] &= c [I]
 \end{aligned}$$

Dengan IR , IS dan IT berturut-turut adalah arus di fasa R, S dan T.

Bila faktor daya di ketiga fasa dianggap sama walaupun besarnya arus berbeda, besarnya daya yang disalurkan dapat dinyatakan sebagai :

$$P = (a + b + c) \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \varphi \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Apabila persamaan (2.9) dan persamaan (2.6) menyatakan daya yang besarnya sama, maka dari kedua persamaan itu dapat diperoleh persyaratan untuk koefisien a, b, dan c yaitu :

$$a + b + c = 3 \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

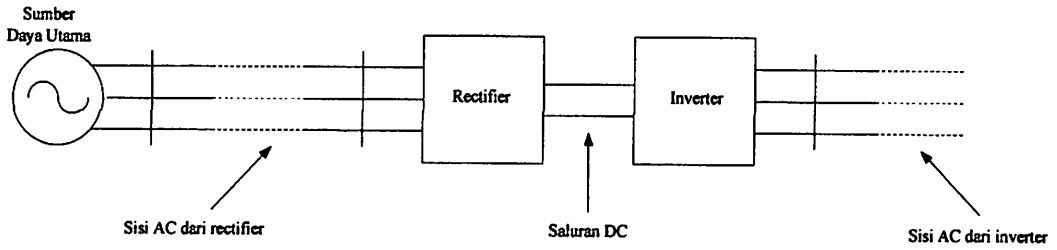
Dimana pada keadaan seimbang, nilai $a = b = c = 1$.

Sedangkan rumus untuk mencari rata-rata ketidakseimbangan beban (dalam%) adalah:

$$= \frac{\{[a-1]+[b-1]+[c-1]\}}{3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

2.4 Model Konverter Daya Tiga Fasa^[1]

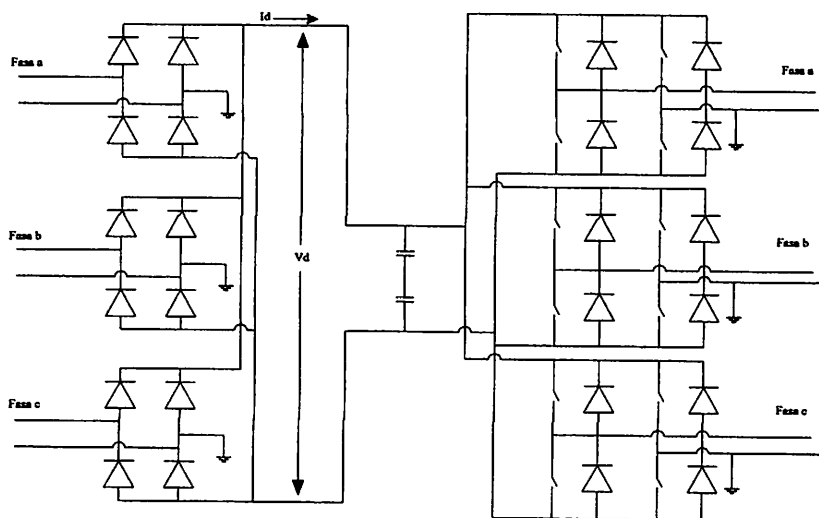
Konverter daya tiga fasa terdiri dari model rectifier, saluran DC, dan model inverter seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2-7. Diagram skema konverter daya tiga fasa

Untuk jaringan diantara sumber daya utama dan rectifier akan mengacu pada sisi AC dari rectifier, sedangkan pada jaringan dimana daya rata-rata meninggalkan inverter mengacu pada sisi AC dari inverter

Saat sistem distribusi secara normal dioperasikan dengan cara radial, konverter tiga fasa yang dipergunakan diasumsikan bahwa aliran daya dari rectifier masuk ke dalam saluran DC dan kemudian menuju inverter. Rangkaian konverter tiga fasa yang dipergunakan seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

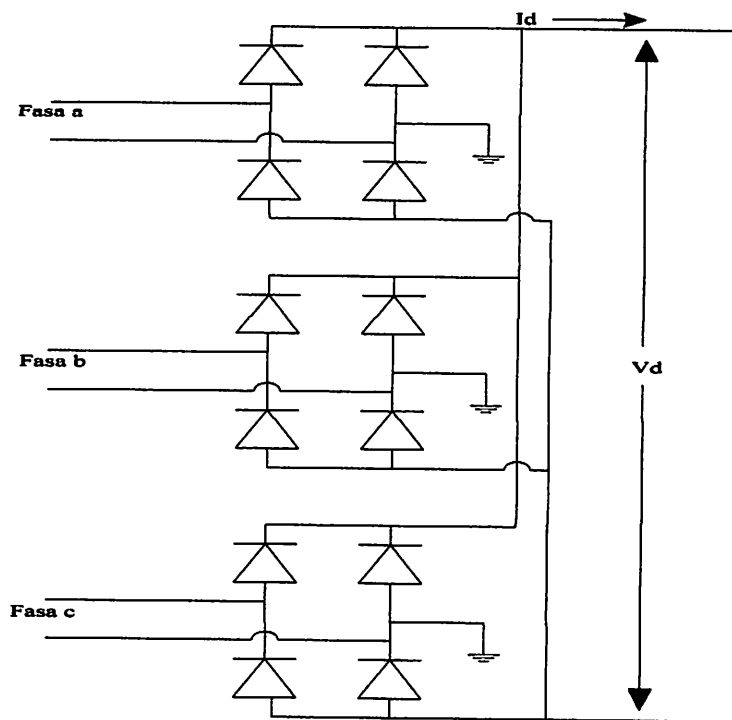


Gambar 2-8. Rangkaian konverter tiga fasa

2.4.1 Model Rectifier

Model ekivalen untuk rectifier tiga fasa seperti terlihat pada gambar 2-9 yang mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Masing-masing rectifier memasok tegangan untuk satu fasa saja.
- Tegangan keluaran dipararel dengan saluran DC.
- Arus keluarannya ditambahkan dan hasil penjumlahannya mempunyai satu periode untuk arus yang melalui saluran DC



Gambar 2-9. Model rectifier tiga fasa

Untuk tegangan disaluran DC biasanya di *support* dengan menggunakan kapasitor. Penggunaan kapasitor dan *inductor* yang dirancang sebagai *filter* berfungsi untuk mengurangi muatan *harmonik*. Sehingga tegangan DC (V_d) dan

arus DC (I_d) diasumsikan menjadi konstan dan terbebas dari *harmonisa*. Untuk memodelkan suatu rectifier tiga fasa dengan menggunakan topologi seperti yang tampak pada gambar 2-9, diperlukan perbaikan hubungan antara arus AC dan DC dari rectifier tiga fasa sebenarnya dengan pemodelan rectifier. Dengan kata lain arus DC yang meninggalkan masing-masing pemodelan rectifier harus setara dengan arus DC yang akan meningkatkan kemampuan rectifier tiga fasa yang sebenarnya. Dengan demikian, kita tentukan terlebih dahulu arus AC dan DC yang masuk pada rectifier tiga fasa dan pemodelan rectifier kemudian dilanjutkan dengan membuat suatu kesetaran dari arus DC tersebut.

a) Menentukan Arus DC

Arus AC yang masuk kedalam rectifier adalah:

$$i_a(t) = \sqrt{2} I_{ac}^a \sin(\omega t + \varphi_a) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$i_b(t) = \sqrt{2} I_{ac}^b \sin(\omega t + \varphi_b) \dots\dots\dots(2.13)$$

$$i_c(t) = \sqrt{2} I_{ac}^c \sin(\omega t + \varphi_c) \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana I_{ac}^a , I_{ac}^b , dan I_{ac}^c adalah nilai RMS dan φ_a , φ_b , dan φ_c sebagai sudut fasa dari tiga arus AC. Untuk menjumlahkan arus-arus keluaran, kita memilih fasa a sebagai acuan dengan sudut acuan φ_a , maka:

$$\varphi_{ab} = \varphi_a + \varphi_b \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\varphi_{ac} = \varphi_a + \varphi_c \dots\dots\dots(2.16)$$

Untuk menentukan arus DC yang meninggalkan masing-masing rectifier fasa tunggal, kita mengintegrasikan masukan arus yang mempunyai satu periode sama yang digunakan untuk menentukan nilai RMS pada sisi AC dari rectifier, dengan periode gelombang mulai dari 0 sampai 2π untuk acuan fasa a. besarnya

arus DC yang meninggalkan fasa a, b, dan c pada rectifier diperoleh dengan persamaan:

$$I_d^a = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2} I_{ac}^a \sin(\omega t) d(\omega t) - \frac{1}{2\pi} \int_\pi^{2\pi} \sqrt{2} I_{ac}^a \sin(\omega t) d(\omega t)$$

$$= 0.9 I_{ac}^a \dots\dots\dots(2.17)$$

$$I_d^b = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{\varphi_{ab}} \sqrt{2} I_{ac}^b \sin(\omega t - \varphi_{ab}) d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_{ab}}^{\varphi_{ab}+\pi} \sqrt{2} I_{ac}^b$$

$$\sin(\omega t - \varphi_{ab}) d(\omega t) - \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_{ab}+\pi}^{2\pi} \sqrt{2} I_{ac}^b \sin(\omega t - \varphi_{ab}) d(\omega t)$$

$$= 0.9 I_{ac}^b \dots\dots\dots(2.18)$$

$$I_d^c = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{\varphi_{ac}-\pi} \sqrt{2} I_{ac}^c \sin(\omega t - \varphi_{ac}) d(\omega t) - \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_{ac}-\pi}^{\varphi_{ac}} \sqrt{2} I_{ac}^c$$

$$\sin(\omega t - \varphi_{ac}) d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_{ac}}^{2\pi} \sqrt{2} I_{ac}^c \sin(\omega t - \varphi_{ac}) d(\omega t)$$

$$= 0.9 I_{ac}^c \dots\dots\dots(2.19)$$

Arus dalam saluran DC adalah penjumlahan arus yang masuk kedalam rectifier yang melalui satu periode gelombang. Besarnya arus yang melalui saluran DC untuk model I_d^{3-Y} setara dengan penjumlahan arus yang meninggalkan masing-masing fasa dari pemodelan rectifier.

$$I_d^{3-Y} = I_d^a + I_d^b + I_d^c \dots\dots\dots(2.20)$$

$$= 0.9(I_d^a + I_d^b + I_d^c) \dots\dots\dots(2.21)$$

Sebagai catatan untuk kondisi sistem daya listrik yang tidak stabil pada jaringan listrik tiga fasa, I_{ac}^a , I_{ac}^b , dan I_{ac}^c yang tidak sama. Sehingga kita sekarang bisa mengetahui perbedaan tersebut dengan menentukan koefisien penyetara λ_a , λ_b , dan λ_c untuk setiap rectifier. Koefisien-koefisien penyetara tersebut akan dipakai untuk membuat pendekatan penjumlahan arus DC pada pemodelan rectifier dengan rectifier tiga fasa.

b) Menentukan Koefisien Penyetaraan

Koefisien penyetaraan dihitung berdasarkan ketidakseimbangan jaringan listrik pada sisi AC dari rectifier. Koefisien penyetaraan untuk fasa a diperoleh dari perbandingan I_d^a terhadap jumlah dari arus yang meninggalkan setiap rectifier.

$$\lambda_a = \frac{I_d^a}{I_d^a + I_d^b + I_d^c} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$= \frac{I_{ac}^a}{I_{ac}^a + I_{ac}^b + I_{ac}^c} \dots\dots\dots(2.23)$$

Serupa dengan λ_b dan λ_c adalah sebagai berikut:

$$\lambda_b = \frac{I_{ac}^b}{I_{ac}^a + I_{ac}^b + I_{ac}^c} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\lambda_c = \frac{I_{ac}^c}{I_{ac}^a + I_{ac}^b + I_{ac}^c} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dengan menerapkan koefisien penyetaraan λ_a , λ_b , dan λ_c terhadap arus DC pada pemodelan rectifier, maka I_d^{3-Y} menghasilkan:

$$I_d^{3-Y} = 0.9 \left(1 + \frac{\lambda_b}{\lambda_a} + \frac{\lambda_c}{\lambda_a} \right) I_{ac}^a \dots\dots\dots(2.26)$$

Untuk menyelidiki hubungan diantara penjumlahan arus DC dari pemodelan rectifier dengan rectifier tiga fasa, akan dijelaskan seperti dibawah ini.

c) Kesetaraan Arus DC Dari Model Rectifier Tiga Fasa

Jika rectifier tiga fasa merupakan suatu rectifier jembatan diode tiga fasa, maka besarnya arus yang melalui saluran DC dapat diperoleh dengan mengintegrasikan rectifier jembatan diode tiga fasa tersebut melalui suatu periode sebesar $\pi/3$. I_d^{3-fasa} adalah besarnya arus yang melalui saluran DC ketika rectifier tersebut dimodelkan sebagai rectifier jembatan dioda tiga fasa. Rectifier tiga fasa

diasumsikan mempunyai masukan yang seimbang, dengan begitu maka besarnya arus yang melalui saluran DC untuk kondisi seimbang pada rangkaian AC tiga fasa bisa dicari dengan persamaan berikut:

$$I_d^{3-fasa} = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{2} I_{ac}^a \cos(\omega t) d(\omega t) = 1.35 I_{ac}^a \quad \dots\dots\dots(2.27)$$

Dengan maksud membuat kedua model rectifier menjadi ekivalen, maka suatu koefisien ekivalen K didefinisikan. K adalah perbandingan nilai arus DC ketika rectifier dimodelkan sebagai rectifier tiga fasa terhadap nilai arus DC ketika rectifier dimodelkan sebagai rectifier fasa tunggal.

$$K = \frac{I_d^{3-fasa}}{I_d^{3-Y}}$$

$$= \frac{1.35}{0.9 \left(1 + \frac{\lambda_b}{\lambda_a} + \frac{\lambda_c}{\lambda_a}\right)} \quad \dots\dots\dots(2.28)$$

$$= \frac{1.5}{1 + \frac{\lambda_b}{\lambda_a} + \frac{\lambda_c}{\lambda_a}} \quad \dots\dots\dots(2.29)$$

Koefisien ekivalen K berhubungan dengan model ekivalen yang menggunakan pemodelan konverter dengan konverter tiga fasa, dengan menggunakan suatu perbandingan arus. Sebagai catatan dimana nilai K harus ditentukan didasarkan pada tipe khusus dari rectifier yang dipakai.

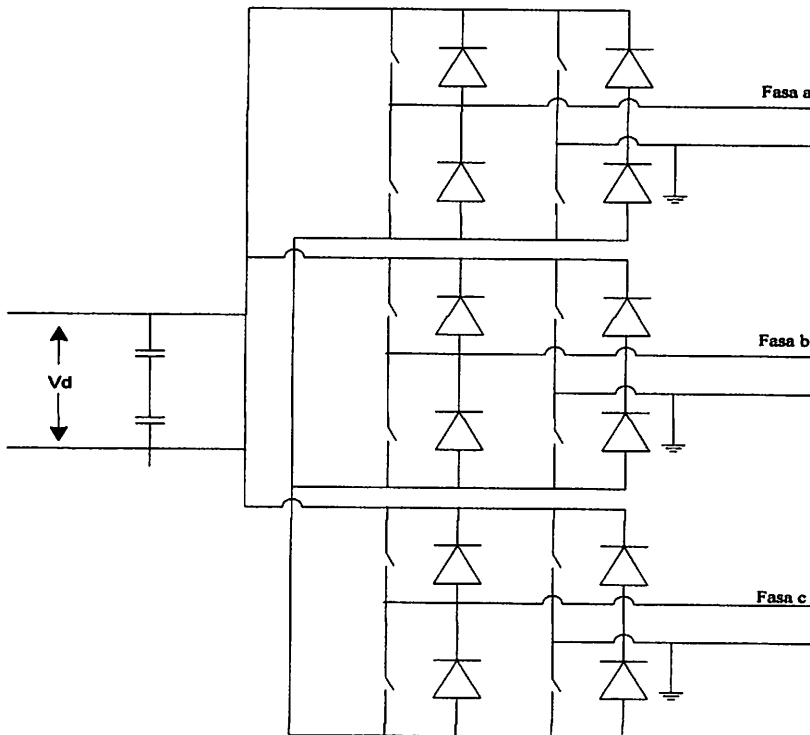
2.4.2 Model Saluran DC

Dengan anggapan *harmonisa* yang disuntikkan di dalam rectifier dan inverter dapat diabaikan, maka saluran DC dimodelkan sebagai suatu rangkaian dc murni. Daya nyata (Pd) ditransfer melalui saluran DC tanpa rugi-rugi yang didapat dari hasil perkalian tegangan dc (Vd) dengan arus yang melalui saluran dc tersebut (I_d^{3-fasa})

$$P_d = V_d \times I_d^{3-fasa} \dots\dots\dots(2.30)$$

2.4.3 Model Inverter

Model dari inverter tiga fasa seperti diperlihatkan pada gambar 2-10. Masing-masing inverter tersebut terdiri dari inverter PWM, fasa tunggal, dan ditanahkan. Masukan inverter secara umum berupa tegangan dalam saluran DC (V_d), dan keluarannya berupa tegangan fasa ketanah untuk fasa a, fasa b, dan fasa c. Dengan memilih pola pensaklaran yang sesuai, ketiga tegangan keluaran ini bisa dikendalikan dan bus AC yang terhubung dengan inverter dimodelkan sebagai suatu bus bertegangan khusus.



Gambar 2-10. Model Inverter Tiga Fasa

Untuk inverter PWM fasa tunggal yang menggunakan pensaklaran *unipolar*, mempunyai perbandingan amplitudo $m_a < 1$, sehingga bisa didapatkan:

$$\bar{V}_1 = m_a \times V_d \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana V_1 adalah *amplitude* dari bentuk gelombang tegangan dasar. Masing-masing inverter fasa tunggal yang ekivalen menghasilkan amplitudo yang sama untuk setiap fasa pada tegangan AC selanjutnya.

2.4.4 Aliran Daya Konverter

Ketika model rectifier tiga fasa, saluran DC dan inverter tiga fasa dikombinasikan, pengintegrasian batasan untuk nilai dari arus yang meninggalkan masing-masing rectifier pada fasa a, b, dan c berubah. Saat kita beranggapan bahwa tegangan akan menjadi konstan dan terbebas dari harmonisa, kita akan mendapatkan kontribusi dari masing-masing rectifier dengan menggunakan koefisien K dan koefisien penyetaraan. Secara rinci model konverter ini dirancang untuk metode aliran daya berurutan. Daya nyata yang ditrasfer melalui konverter dapat ditentukan dari penge-set-an tegangan pada sisi ac dari inverter. Sebagai konsekuensinya I_d^{3-fasa} bisa ditentukan. Dengan menggunakan persamaan (2.28) dan koefisien ekivalen, maka besarnya arus DC yang mengalir keluar dari pemodelan rectifier I_d^{3-Y} bisa didapatkan. Kemudian dengan menggunakan koefisien penyetaraan $\lambda_a, \lambda_b,$ dan λ_c maka akan didapatkan nilai:

$$I_d^a = \lambda_a I_d^{3-Y} \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

$$I_d^b = \lambda_b I_d^{3-Y} \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

$$I_d^c = \lambda_c I_d^{3-Y} \quad \dots\dots\dots(2.34)$$

dan arus RMS yang mengalir menuju rectifier dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.17)-(2.19).

2.4.5 Algoritma Untuk Solusi Aliran Daya Pada Konverter

Suatu penyelesaian aliran daya telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan ketidakstabilan daya pada sistem radial tiga fasa dengan konverter yang menggunakan model konverter yang dipakai sebelumnya. Langkah selanjutnya dari prosedur aliran daya dijelaskan sebagai berikut:

Langkah 1) Jika terdapat suatu konverter, yang membagi jaringan listrik menjadi dua buah sub jaringan AC terpisah, yang didasarkan pada posisi konverter.

Langkah 2) Menyelesaikan sisi AC dari inverter.

Langkah 2.a) Perlakukan sisi AC inverter sebagai suatu jaringan bertegangan khusus dan menyelesaikan aliran daya tiga fasa.

Langkah 2.b) Menghitung daya kompleks yang meninggalkan inverter melalui keluaran tiga fasanya. Daya total yang ditransfer melalui konverter diintonasikan dengan Pd.

Langkah 3) Menentukan koefisien-koefisien penyetaraan.

Langkah 3.a) Model konverter untuk sisi AC dari inverter sebagai sebuah beban tiga fasa konstan seimbang yang dihubungkan dengan sisi AC rectifier dengan menggunakan daya kompleks dari langkah 2.b). Sebagai catatan daya reaktif diasumsikan sama pada kedua sisi konverter ketika menentukan λ_a , λ_b , dan λ_c . Anggapan ini dikeluarkan ketika terjadi pengulangan aliran daya.

Langkah 3.b) Menerapkan gerakan penyapuan dari arah belakang-ke depan untuk sisi AC rectifier untuk mendapatkan pendekatan arus cabang.

Langkah 3.c) Menggunakan arus untuk menentukan koefisien penyetaraan. Catatan bahwa koefisien penyetaraan tidak akan berubah sepanjang topologi jaringan listrik dan factor daya untuk beban tidak berubah.

Langkah 4) selesaikan model konverter, mulai lagi dengan inverter.

Langkah 4.a) Menentukan tegangan V_d dalam saluran DC dengan menggunakan persamaan (2.31).

Langkah 4.b) Menentukan I_d dengan persamaan (2.30).

Langkah 4.c) Menggunakan koefisien penyetaraan K untuk mendapatkan nilai arus yang melalui saluran DC dengan menggunakan persamaan (2.29).

Langkah 4.d) Menggunakan λ_a , λ_b , dan λ_c untuk menentukan arus DC yang meninggalkan masing-masing fasa pada rectifier.

Langkah 4.e) Menggunakan model rectifier untuk menentukan besarnya arus-arus AC yang masuk rectifier, pada masing-masing fasanya.

Langkah 5) Menyelesaikan sisi AC rectifier.

Langkah 5.a) Perlakukan sisi AC rectifier sebagai jaringan PII yang khusus. Suatu daya seimbang ditentukan dari langkah 2.b, dan besar arus pada pemodelan rectifier dari langkah 4.e yang diperlakukan sebagai arus yang besarnya konstan pada sisi AC

rectifier. Sebagai catatan, untuk analisa aliran daya, daya reaktif yang disuntikan pada bus rectifier sisi AC tidaklah ditentukan.

Langkah 5.b) Menyelesaikan aliran daya AC tiga Fasa untuk jaringan pada sisi rectifier.

BAB III

PROGRAM SIMULASI *SOFTWARE PSCAD/EMTDC V4.2* *POWER SYSTEM SIMULATION* DAN *MATLAB V6.5.0.*

3.1 *Software PSCAD/EMTDC V 4.2 POWER SIMULATION*^[5]

PSCAD (*Power System Computer Aided Desain*) adalah *graphical user interface* yang sangat baik dan fleksibel. PSCAD memungkinkan pengguna menggambar mengkonstruksi sebuah rangkaian, menjalankan sebuah simulasi, analisa hasil dan manajemen data terintegrasi secara lengkap. Penggambaran, pengontrolan dan pengukuran juga tersedia, jadi pengguna dapat mengubah parameter sistem, menjalankan simulasi dan melihat hasil secara langsung.

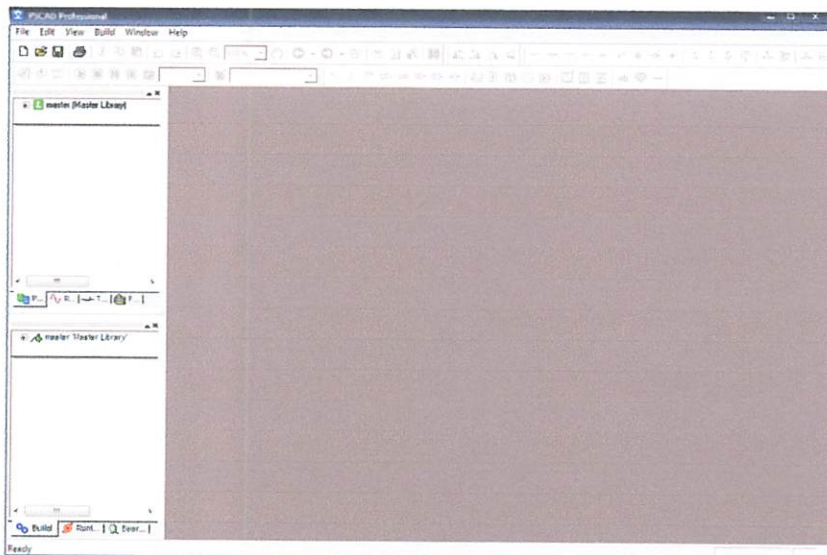
Dibawah ini adalah model umum yang terdapat di dalam studi sistem menggunakan PSCAD/EMTDC:

- *Resistors, inductors, capacitors*
- *Mutually coupled windings, such as transformers*
- *Frequency dependent transmission lines and cables (including the most accurate time domain line model in the world)*
- *Current and voltage sources*
- *Switches and breakers*
- *Protection and relaying*
- *Diodes, thyristors, GTOs, IGBTs*
- *Analog and digital control functions*

- *AC and DC machines, exciters, governors, stabilizers and inertial models*
- *Meters and measuring functions*
- *Generic DC and AC controls*
- *HVDC, SVC, and other FACTS controllers*
- *Wind source, turbines and governors*

3.1.1 Memulai *PSCAD/EMTDC Power Simulation*

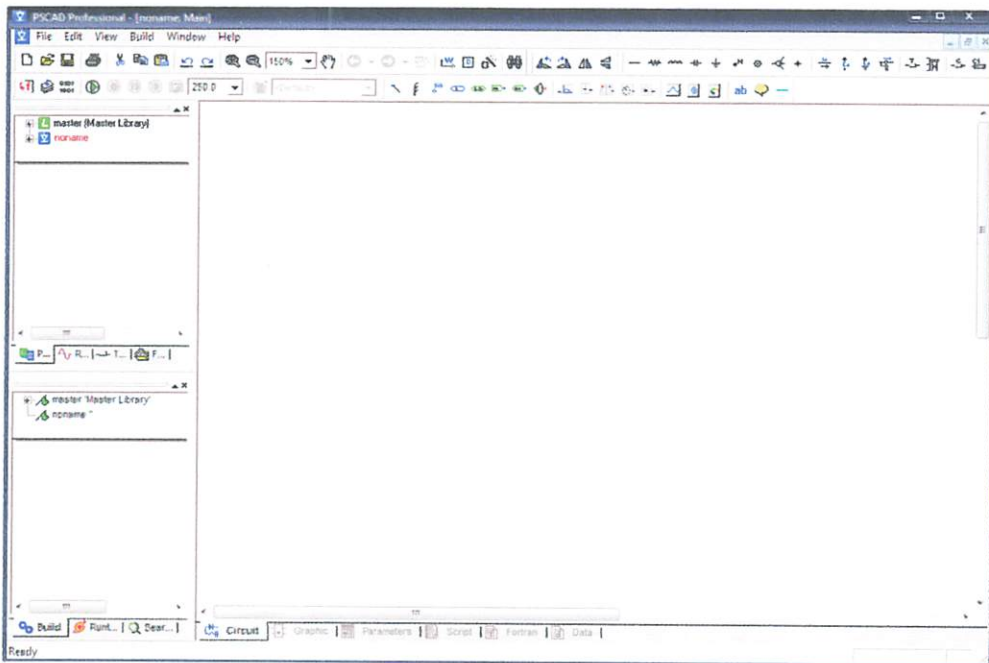
Tampilan Utama *PSCAD Power Simulation* adalah sebagai berikut :



Gambar 3-1. Tampilan utama *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*

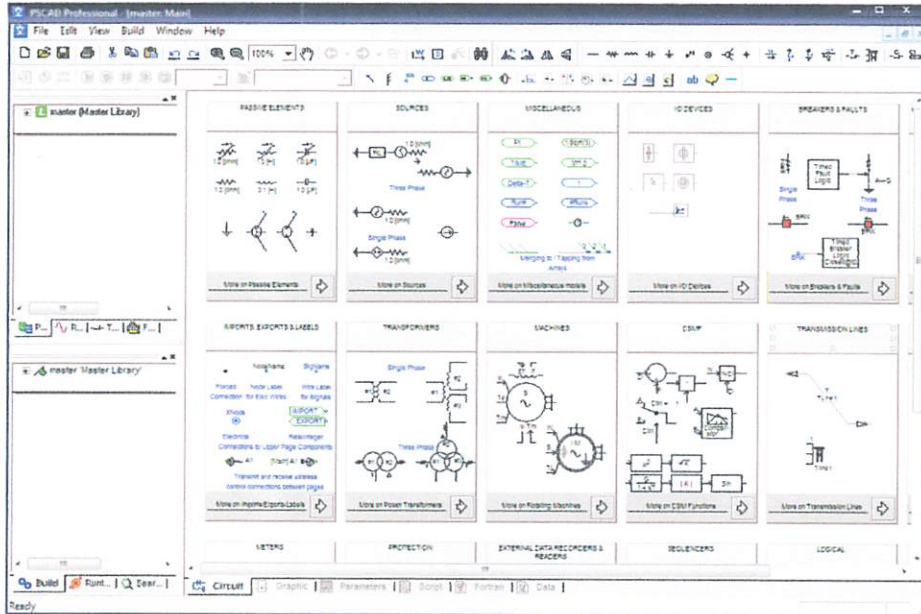
- Gambar 3-1 adalah tampilan waktu kita membuka *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*. Dan langkah berikutnya kita memulai membuat gambar *single line* sesuai kebutuhan.

- Untuk memulai membuat *single line* baru maka kita klik : File > New > case. Setelah melakukan prosedur di atas secara *default* PSCAD akan memberi nama *file* baru yang kita buat dengan nama “noname”. Kemudian kita klik nama *file*-nya maka akan muncul tampilan seperti Gambar 3.2 dibawah ini:

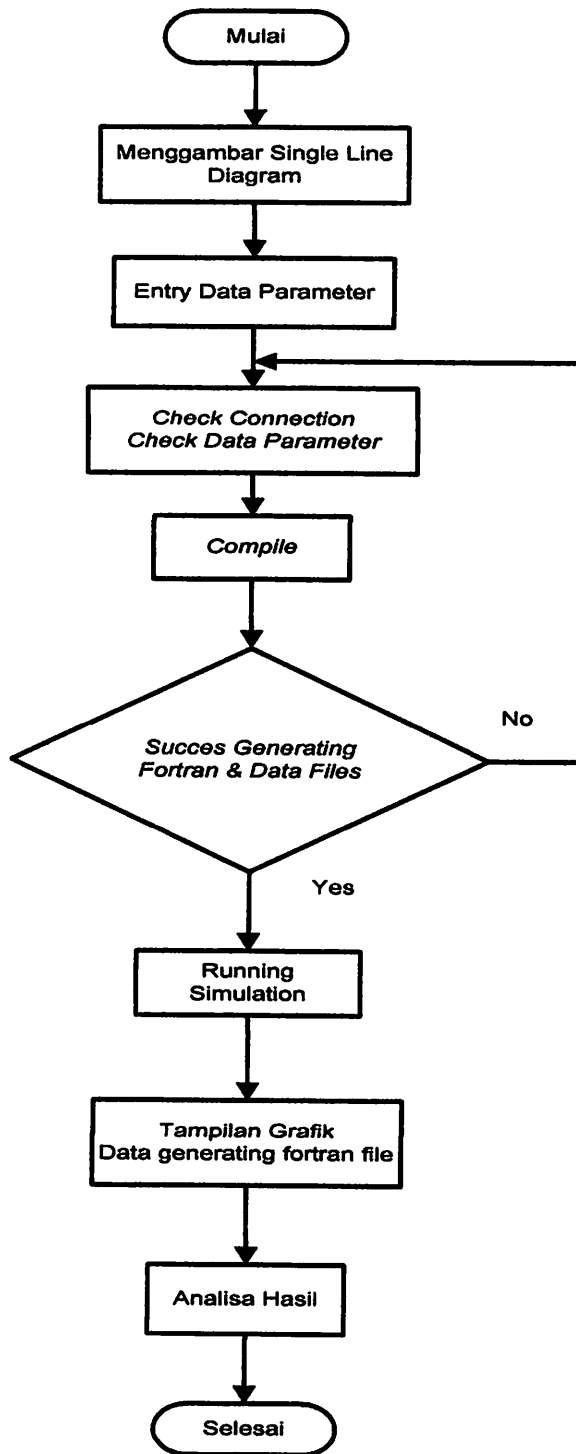


Gambar 3-2. Tampilan Modul Utama

- Semua komponen yang akan digunakan dalam menggambar *single line* terdapat di dalam *Master Library* seperti pada tampilan di bawah ini. Untuk menggunakan *right klik on the component* > *copy* dan kemudian *paste* pada modul.



Gambar 3-3. Tampilan Master Library



Gambar 3-4. *Flowchart LoadFlow Menggunakan Software PSCAD*

3.2 Aliran Daya Jaringan Distribusi Radial

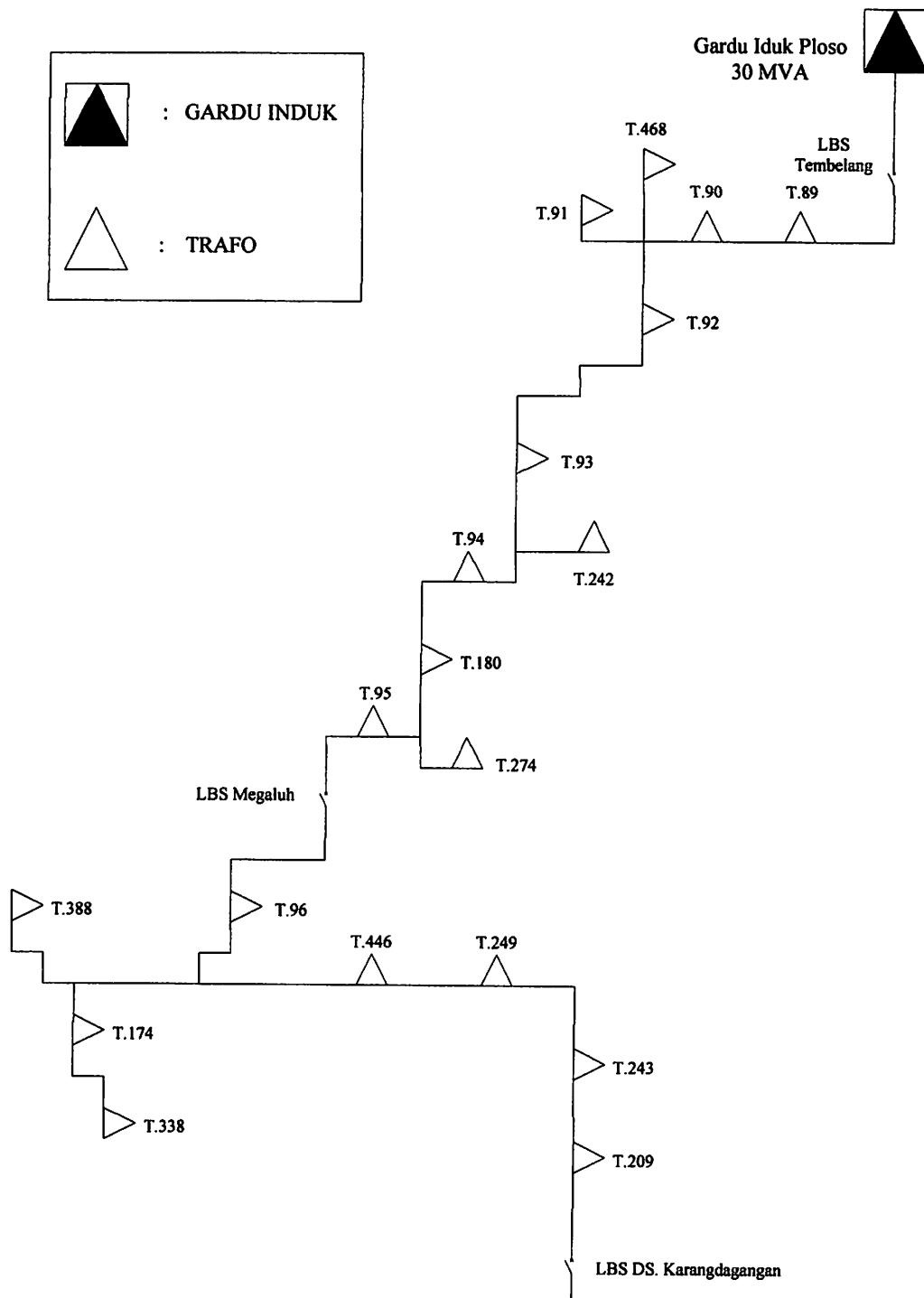
Sebelum melakukan suatu analisa terhadap pengaruh pemasangan konverter tiga fasa pada jaringan distribusi radial maka perlu dilakukan suatu proses aliran daya yang digunakan untuk mengetahui kondisi dari sistem distribusi radial tersebut.

Analisa aliran daya pada skripsi ini menggunakan *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*. Dan aliran daya *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation* menggunakan *Generating Fortran*.

Adapun tujuan dari dilakukannya suatu proses analisa aliran daya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui profil arus pada setiap trafo dari sistem jaringan.
2. Untuk mengetahui besarnya daya yang mengalir pada setiap trafo dari system jaringan.
3. Untuk mengetahui besarnya rugi-rugi daya aktif dan daya reaktif pada setiap trafo.

Sistem jaringan distribusi radial yang akan dianalisa adalah sistem jaringan distribusi radial 20kV Penyulang Megaluh yang merupakan salah satu *outgoing* G.I Ploso yang memiliki lima buah penyulang. Pada penyulang megaluh yang dianalisa terdapat 19 buah trafo distribusi yang terbagi atas trafo distribusi untuk perumahan, pabrik kecil, dan pabrik besar. *Single line* dari Penyulang Megaluh seperti terlihat pada gambar 3-5 dibawah ini :



Gambar 3-5. Single Line Diagram Penyulang Megaluh

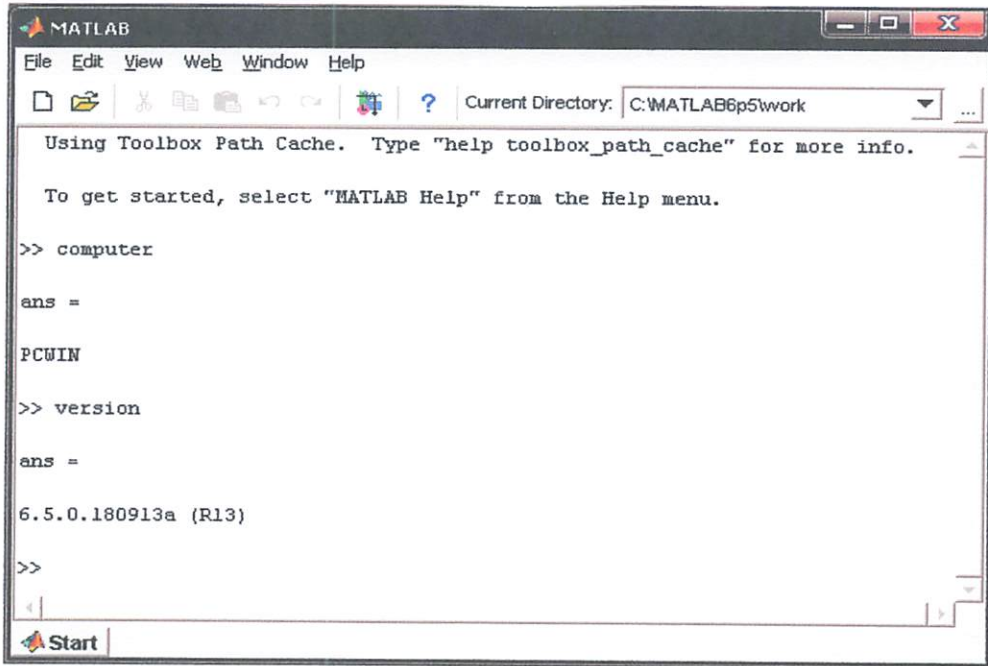
3.3 *Software* MATLAB^[7]

Untuk simulasi optimasi penempatan lokasi Konverter Tiga Fasa menggunakan metode *Fuzzy* digunakan *software* MATLAB 6.5.0.

MATLAB adalah sebuah program untuk menyelesaikan perhitungan ilmiah maupun teknik secara numeris. Matlab dikendalikan dengan perintah-perintah (*commands*) dan karenanya bersifat dapat deprogram. MATLAB menggunakan teknik-teknik khusus berbasis matriks untuk menyelesaikan persoalan. Dengan cara ini banyak kemudahan yang diperoleh pemakai, selain cara pemrogramannya yang tidak rumit, solusi masalah yang dinyatakan MATLAB adalah mirip dengan apa yang dituliskan secara matematis.

Ada banyak aplikasi yang dikembangkan oleh para pemakainya, mulai dari pemrosesan sinyal, kontrol otomatis sampai dengan saraf tiruan. *The Matwork Inc.* yaitu perusahaan yang *me-release* MATLAB menyediakan berbagai versi dari MATLAB untuk berbagai jenis komputer. Sebagai analisis pada pembuatan skripsi ini digunakan MATLAB versi 6.5.0.

MATLAB secara default adalah *case sensitive*, yaitu membedakan pemakaian antara huruf kapital dan huruf kecil. Pada umumnya perintah-perintah MATLAB ditulis dengan huruf kecil (*lower case*).



Gambar 3-6. Tampilan Awal MATLAB Versi 6.5.0.

3.3.1 Listing Program Fuzzy Pada Software MATLAB 6.5.0.

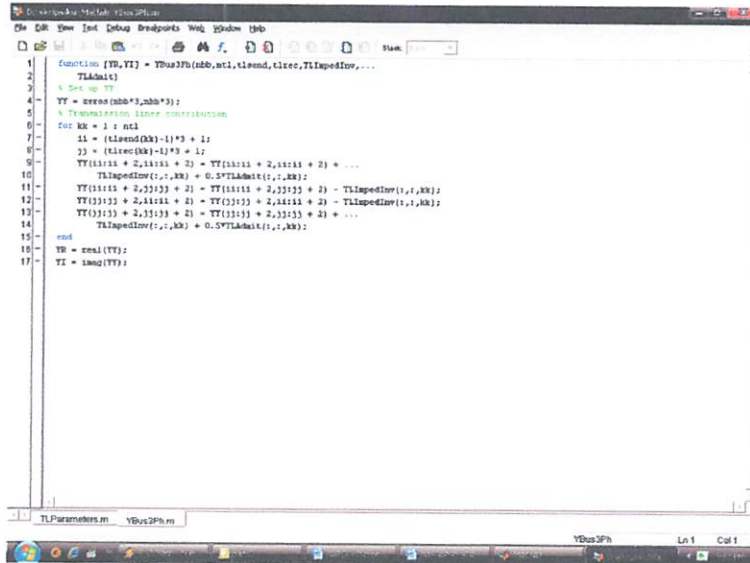
3.3.1.1 Listing Program TLParameters

```
function [TLImpedInv,TLAdmit] = TLParameters(ntl,tlresisp,tlreacp,...
    tlcondp, tlsuscepp, tlresisz,tlreacz,tlcondz,tlsuscepz)

% Transmission line parameters
TLImpedInv = zeros(3,3,ntl);
TLAdmit = zeros(3,3,ntl);
for kk = 1 : ntl
    Zself = ((tlresisz(kk)+ tlreacz(kk)*i) + 2*(tlresisp(kk) + tlreacp...
        (kk)*i))/3;
    Zmutual = ((tlresisz(kk) + tlreacz(kk)*i)-(tlresisp(kk) + tlreacp...
        (kk)*i))/3;
    Yself = ((tlcondz(kk) + tlsuscepz(kk)*i) + 2*(tlcondp(kk) + ...
        tlsuscepp (kk)*i))/3;
    Ymutual = ((tlcondz(kk) + tlsuscepz(kk)*i)-(tlcondp(kk) + tlsuscepp...
```


3.3.1.2 Listing Program YBus3Ph

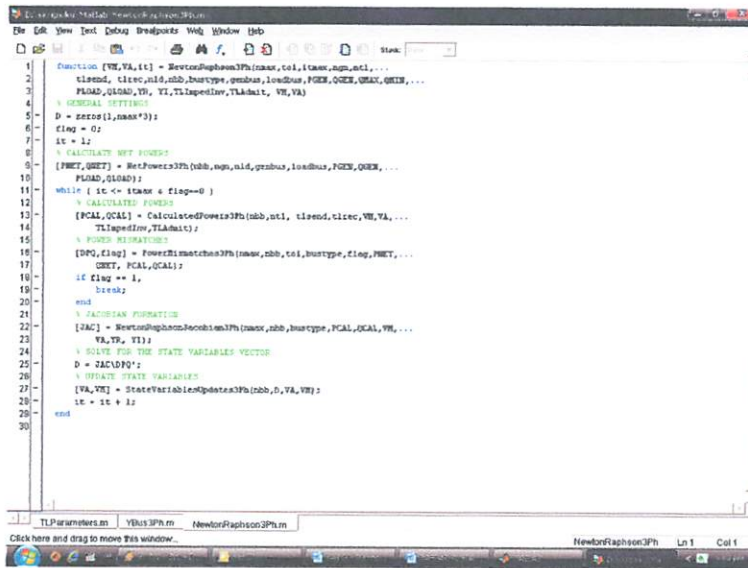
```
function [YR,YI] = YBus3Ph(nbb,ntl,tlsend,tlrec,TLImpedInv,...
    TLAdmit)
% Set up YY
YY = zeros(nbb*3,nbb*3);
% Transmission lines contribution
for kk = 1 : ntl
    ii = (tlsend(kk)-1)*3 + 1;
    jj = (tlrec(kk)-1)*3 + 1;
    YY(ii:ii + 2,ii:ii + 2) = YY(ii:ii + 2,ii:ii + 2) + ...
        TLImpedInv(:,,kk) + 0.5*TLAdmit(:,,kk);
    YY(ii:ii + 2,jj:jj + 2) = YY(ii:ii + 2,jj:jj + 2) - TLImpedInv(:,,kk);
    YY(jj:jj + 2,ii:ii + 2) = YY(jj:jj + 2,ii:ii + 2) - TLImpedInv(:,,kk);
    YY(jj:jj + 2,jj:jj + 2) = YY(jj:jj + 2,jj:jj + 2) + ...
        TLImpedInv(:,,kk) + 0.5*TLAdmit(:,,kk);
end
YR = real(YY);
YI = imag(YY);
```



Gambar 3-8. Listing Program YBus3Ph Pada Software MATLAB 6.5.0.

3.3.1.3 Listing Program NewtonRaphson3Ph

```
function [VM,VA,it] = NewtonRaphson3Ph(nmax,tol,itmax,ngn,ntl,...
    tsend, tlrec,nld,nbb,bustype,genbus,loadbus,PGEN,QGEN,QMAX,QMIN,...
    PLOAD,QLOAD,YR, YI,TLImpedInv,TLAdmit, VM,VA)
% GENERAL SETTINGS
D = zeros(1,nmax*3);
flag = 0;
it = 1;
% CALCULATE NET POWERS
[PNET,QNET] = NetPowers3Ph(nbb,ngn,nld,genbus,loadbus,PGEN,QGEN,...
    PLOAD,QLOAD);
while ( it <= itmax & flag==0 )
    % CALCULATED POWERS
    [PCAL,QCAL] = CalculatedPowers3Ph(nbb,ntl, tsend,tlrec,VM,VA,...
        TLImpedInv,TLAdmit);
    % POWER MISMATCHES
    [DPQ,flag] = PowerMismatches3Ph(nmax,nbb,tol,bustype,flag,PNET,...
        QNET, PCAL,QCAL);
    if flag == 1,
        break;
    end
    % JACOBIAN FORMATION
    [JAC] = NewtonRaphsonJacobian3Ph(nmax,nbb,bustype,PCAL,QCAL,VM,...
        VA,YR, YI);
    % SOLVE FOR THE STATE VARIABLES VECTOR
    D = JAC\DPQ';
    % UPDATE STATE VARIABLES
    [VA,VM] = StateVariablesUpdates3Ph(nbb,D,VA,VM);
    it = it + 1;
end
```



Gambar 3-9. Listing Program NewtonRaphson3Ph Pada Software MATLAB 6.5.0.

3.3.1.4 Listing Program PowerFlows3Ph

```
function [PQsend,PQrec,PQloss] = PowerFlows3Ph(nbb,ntl,tsend,...
    tirc,VM, VA,TLImpedInv,TLAdmit);

% Include all entries
PQsend = zeros(ntl,3);
PQrec = zeros(ntl,3);
PQloss = zeros(ntl,3);
for iii = 1 : ntl
    Vsend = ( VM(tsend(iii),:).*cos(VA(tsend(iii),:)) + ...
        VM(tsend(iii),:).*sin(VA(tsend(iii),:))*i );
    Vrec = ( VM(tirc(iii),:).*cos(VA(tirc(iii),:)) + ...
        VM(tirc(iii),:).*sin(VA(tirc(iii),:))*i );
    for jj = 1 : 3
        PQsend(iii,jj) = Vsend(1,jj)*(conj(-TLImpedInv(jj,:,iii))...
            *(Vrec(1,:))' + conj(TLImpedInv(jj,:,iii) + ...
            0.5*TLAdmit(jj,:,iii) *(Vsend(1,:))');
        PQrec(iii,jj) = Vrec(1,jj)*(-conj(TLImpedInv(jj,:,iii))* ...
            (Vsend(1,:))' + conj(TLImpedInv(jj,:,iii) + ...
            0.5*TLAdmit(jj,:,iii) *(Vrec(1,:))');
```

end

PQloss = PQsend + PQrec;

end

```
1 function [PQsend, PQrec, PQloss] = PowerFlows3Ph(nbb, ntl, tlsend, ...
2   clrec, VR, VA, TLImpedInv, TLAdmit);
3 % General parameters
4 PQsend = zeros(ntl, 3);
5 PQrec = zeros(ntl, 3);
6 PQloss = zeros(ntl, 3);
7 for ii = 1 : nbb
8     Vsend = ( VR(tlsend(ii), :) * cos(VA(tlsend(ii), :)) + ...
9             VH(tlsend(ii), :) * sin(VA(tlsend(ii), :)))^2 )^0.5;
10    Vrec = ( VR(clrec(ii), :) * cos(VA(clrec(ii), :)) + ...
11           VH(clrec(ii), :) * sin(VA(tlsend(ii), :)))^2 )^0.5;
12    for jj = 1 : 3
13        PQsend(ii, jj) = Vsend(ii, :)^2 * (comj(TLImpedInv(3), :), ii, ii)) ...
14            * (Vrec(jj, :)^2 + comj(TLImpedInv(3), :), ii, ii) ...
15            * 0.5 * TLAdmit(3, :), ii, ii) * (Vsend(ii, :)^2);
16        PQrec(ii, jj) = Vrec(ii, :)^2 * (-comj(TLImpedInv(3), :), ii, ii)) ...
17            * (Vsend(ii, :)^2 + comj(TLImpedInv(3), :), ii, ii) ...
18            * 0.5 * TLAdmit(3), :), ii, ii) * (Vrec(ii, :)^2);
19    end
20    PQloss = PQsend + PQrec;
21 end
```

Gambar 3-10. Listing Program PowerFlows3Ph Pada Software MATLAB 6.5.0.

3.3.1.5 Listing Program Metode Fuzzy

% General parameters

itmax=10; tol=1e-12; nmax=6*nbb;

[TLImpedInv, TLAdmit] = TLParameters(ntl, tlesisp, ttreacp, tlcondp, ...

tlsuscepp, tlesisz, ttreacz, tlcondz, tlesuscepz);

[YR, YI] = YBus3Ph(nbb, ntl, tlsend, ttreac, TLImpedInv, TLAdmit);

[VM, VA, it] = NewtonRaphson3Ph(nmax, tol, itmax, ngn, ntl, tlsend, ttreac, ...

nld, nbb, bustype, genbus, loadbus, PGEN, QGEN, QMAX, QMIN, PLOAD, QLOAD, ...

YR, YI, TLImpedInv, TLAdmit, VM, VA);

[PQsend, PQrec, PQloss] = PowerFlows3Ph(nbb, ntl, tlsend, ttreac, VM, VA, ...

TLImpedInv, TLAdmit);

VV = [];

for ii=1:nbb

```

    VV = [VV;VM(ii,:)];
end
IR = YR*VV;
IA = YI*VV;
II = IR + j*IA;
I(:,1) = IR(1:3:3*nbb);
I(:,2) = IR(2:3:3*nbb);
I(:,3) = IR(3:3:3*nbb);
arus=load('RST.txt');           %Load data trafo
Trafo=arus(:,1);               %Mendapatkan nama trafo
IR = I(:,1);                   %Arus I pada fasa R
IS = I(:,2);                   %Arus I pada fasa S
IT = I(:,3);                   %Arus I pada fasa T

III=(IR+IS+IT)/3;             %Perhitungan nilai I
a=zeros(length(Trafo),1);
b=zeros(length(Trafo),1);
c=zeros(length(Trafo),1);

for ii=1:length(Trafo)
    a(ii,1)=IR(ii)/III(ii);
    b(ii,1)=IS(ii)/III(ii);
    c(ii,1)=IT(ii)/III(ii);
end

Prosen=zeros(length(Trafo),1);
for ii=1:length(Trafo)
    Prosen(ii,1)=(abs(a(ii,1)-1)+abs(b(ii,1)-1)+abs(c(ii,1)-1))/3*100;
end

seimbang=[0 0 0.25 0.5];      %dikodekan menjadi 1
type_seimbang='trapmf';
antara_seimbang_dan_tdk=[0.25 0.5 0.75]; %dikodekan menjadi 2
type_antara_seimbang_dan_tdk='trimf';
tdk_seimbang=[0.5 0.75 1 1]; %dikodekan menjadi 3
type_tdk_seimbang='trapmf';

```

```

fis=readfis('converter.fis');
Hasil=zeros(length(Trafo),1);
Nilai=zeros(length(Trafo),1);
Kode=zeros(length(Trafo),1);
for ii=1:length(Trafo)
    Hasil(ii,1)=evalfis(Prosen(ii,1),fis);
    M=[evalmf(Hasil(ii,1),seimbang,type_seimbang)
evalmf(Hasil(ii,1),antara_seimbang_dan_tdk,type_antara_seimbang_dan_tdk)
evalmf(Hasil(ii,1),tdk_seimbang,type_tdk_seimbang)];
    [Nilai(ii,1) Kode(ii,1)]=max(M);
end

disp(' Trafo Dalam Keadaan Seimbang / Tidak, Dengan Pemasangan Konverter');
disp('-----');
disp('| Trafo | a | b | c | Beban(%) | Kode |');
disp('-----');

for m = 1:length(Trafo)
    fprintf('| '), fprintf('%4g', Trafo(m)),fprintf(' | '),...
    fprintf(' %6.4f', a(m)), fprintf(' | '), fprintf('%8.4f', b(m)),fprintf(' | '),...
    fprintf('%8.4f', c(m)),fprintf(' | '), fprintf(' %8.4f', Prosen(m)),fprintf(' | '),...
    fprintf(' %4g ', Kode(m)),fprintf(' | '),fprintf('\n');
end
disp('-----');
disp('Kode 1 : Beban Seimbang 2 : Antara Seimbang Dan Tidak Seimbang 3 : Beban Tidak
Seimbang');
fprintf('\n');

```



```

151- end
152-
153- Proses=zeros(length(Trafo),1);
154- for ii=length(Trafo)
155-     Proses(ii,1)=(abs(a(ii,1)-1)+abs(b(ii,1)-1)+abs(c(ii,1)-1))/3*100;
156- end
157-
158- sebarang=[0 0.25 0.5]; %lokasi konverter
159- type_sebarang='trapez';
160- antara_sebarang_dan_tdk=[0.25 0.5 0.75]; %lokasi konverter
161- type_antara_sebarang_dan_tdk='trapez';
162- tdk_sebarang=[0.5 0.75 1]; %lokasi konverter
163- type_tdk_sebarang='trapez';
164-
165- fia=confdef('converter_fia');
166- Hasil=error(length(Trafo),1);
167- Hasil=error(length(Trafo),1);
168- Kode=error(length(Trafo),1);
169- for ii=length(Trafo)
170-     Hasil(ii,1)=evalfis(Proses(ii,1),fia);
171-     N=[evalfis(Hasil(ii,1),sebarang,type_sebarang) evalfis(Hasil(ii,1),antara_sebarang_dan_tdk,type_antara_sebarang_dan_tdk) evalfis(Hasil
172-     [Hasil(ii,1) Kode(ii,1)]=max(N);
173- end
174-
175- disp(' Menentukan Trafo Dalam Rendahnya Sebarang / Tidak, Menunjukkan Fuzzy');
176- disp('-----');
177- disp(' Trafo | a | b | c | Beban(k) | Kode |');
178- disp('-----');
179-
180- for a = 1:length(Trafo)
181-     fprintf(' %d ', Trafo(a)), fprintf(' ');
182-     fprintf(' %d ', a(a)), fprintf(' '); fprintf(' %d ', b(a)), fprintf(' ');
183-     fprintf(' %d ', c(a)), fprintf(' '); fprintf(' %d ', Beban(a)), fprintf(' ');
184-     fprintf(' %d ', Kode(a)), fprintf(' '); fprintf('\n');
185- end
186-
187-
188-
189-
190-
191-
192-
193-
194-
195-
196-
197-
198-
199-
200-
201-
202-
203-
204-
205-
206-
207-
208-
209-
210-
211-
212-
213-
214-
215-
216-
217-
218-
219-
220-
221-
222-
223-
224-
225-
226-
227-
228-
229-
230-
231-
232-
233-
234-
235-
236-
237-
238-
239-
240-
241-
242-
243-
244-
245-
246-
247-
248-
249-
250-
251-
252-
253-
254-
255-
256-
257-
258-
259-
260-
261-
262-
263-
264-
265-
266-
267-
268-
269-
270-
271-
272-
273-
274-
275-
276-
277-
278-
279-
280-
281-
282-
283-
284-
285-
286-
287-
288-
289-
290-
291-
292-
293-
294-
295-
296-
297-
298-
299-
300-
301-
302-
303-
304-
305-
306-
307-
308-
309-
310-
311-
312-
313-
314-
315-
316-
317-
318-
319-
320-
321-
322-
323-
324-
325-
326-
327-
328-
329-
330-
331-
332-
333-
334-
335-
336-
337-
338-
339-
340-
341-
342-
343-
344-
345-
346-
347-
348-
349-
350-
351-
352-
353-
354-
355-
356-
357-
358-
359-
360-
361-
362-
363-
364-
365-
366-
367-
368-
369-
370-
371-
372-
373-
374-
375-
376-
377-
378-
379-
380-
381-
382-
383-
384-
385-
386-
387-
388-
389-
390-
391-
392-
393-
394-
395-
396-
397-
398-
399-
400-
401-
402-
403-
404-
405-
406-
407-
408-
409-
410-
411-
412-
413-
414-
415-
416-
417-
418-
419-
420-
421-
422-
423-
424-
425-
426-
427-
428-
429-
430-
431-
432-
433-
434-
435-
436-
437-
438-
439-
440-
441-
442-
443-
444-
445-
446-
447-
448-
449-
450-
451-
452-
453-
454-
455-
456-
457-
458-
459-
460-
461-
462-
463-
464-
465-
466-
467-
468-
469-
470-
471-
472-
473-
474-
475-
476-
477-
478-
479-
480-
481-
482-
483-
484-
485-
486-
487-
488-
489-
490-
491-
492-
493-
494-
495-
496-
497-
498-
499-
500-
501-
502-
503-
504-
505-
506-
507-
508-
509-
510-
511-
512-
513-
514-
515-
516-
517-
518-
519-
520-
521-
522-
523-
524-
525-
526-
527-
528-
529-
530-
531-
532-
533-
534-
535-
536-
537-
538-
539-
540-
541-
542-
543-
544-
545-
546-
547-
548-
549-
550-
551-
552-
553-
554-
555-
556-
557-
558-
559-
560-
561-
562-
563-
564-
565-
566-
567-
568-
569-
570-
571-
572-
573-
574-
575-
576-
577-
578-
579-
580-
581-
582-
583-
584-
585-
586-
587-
588-
589-
590-
591-
592-
593-
594-
595-
596-
597-
598-
599-
600-
601-
602-
603-
604-
605-
606-
607-
608-
609-
610-
611-
612-
613-
614-
615-
616-
617-
618-
619-
620-
621-
622-
623-
624-
625-
626-
627-
628-
629-
630-
631-
632-
633-
634-
635-
636-
637-
638-
639-
640-
641-
642-
643-
644-
645-
646-
647-
648-
649-
650-
651-
652-
653-
654-
655-
656-
657-
658-
659-
660-
661-
662-
663-
664-
665-
666-
667-
668-
669-
670-
671-
672-
673-
674-
675-
676-
677-
678-
679-
680-
681-
682-
683-
684-
685-
686-
687-
688-
689-
690-
691-
692-
693-
694-
695-
696-
697-
698-
699-
700-
701-
702-
703-
704-
705-
706-
707-
708-
709-
710-
711-
712-
713-
714-
715-
716-
717-
718-
719-
720-
721-
722-
723-
724-
725-
726-
727-
728-
729-
730-
731-
732-
733-
734-
735-
736-
737-
738-
739-
740-
741-
742-
743-
744-
745-
746-
747-
748-
749-
750-
751-
752-
753-
754-
755-
756-
757-
758-
759-
760-
761-
762-
763-
764-
765-
766-
767-
768-
769-
770-
771-
772-
773-
774-
775-
776-
777-
778-
779-
780-
781-
782-
783-
784-
785-
786-
787-
788-
789-
790-
791-
792-
793-
794-
795-
796-
797-
798-
799-
800-
801-
802-
803-
804-
805-
806-
807-
808-
809-
810-
811-
812-
813-
814-
815-
816-
817-
818-
819-
820-
821-
822-
823-
824-
825-
826-
827-
828-
829-
830-
831-
832-
833-
834-
835-
836-
837-
838-
839-
840-
841-
842-
843-
844-
845-
846-
847-
848-
849-
850-
851-
852-
853-
854-
855-
856-
857-
858-
859-
860-
861-
862-
863-
864-
865-
866-
867-
868-
869-
870-
871-
872-
873-
874-
875-
876-
877-
878-
879-
880-
881-
882-
883-
884-
885-
886-
887-
888-
889-
890-
891-
892-
893-
894-
895-
896-
897-
898-
899-
900-
901-
902-
903-
904-
905-
906-
907-
908-
909-
910-
911-
912-
913-
914-
915-
916-
917-
918-
919-
920-
921-
922-
923-
924-
925-
926-
927-
928-
929-
930-
931-
932-
933-
934-
935-
936-
937-
938-
939-
940-
941-
942-
943-
944-
945-
946-
947-
948-
949-
950-
951-
952-
953-
954-
955-
956-
957-
958-
959-
960-
961-
962-
963-
964-
965-
966-
967-
968-
969-
970-
971-
972-
973-
974-
975-
976-
977-
978-
979-
980-
981-
982-
983-
984-
985-
986-
987-
988-
989-
990-
991-
992-
993-
994-
995-
996-
997-
998-
999-
1000-

```

Gambar 3-11. Listing Program Metode Fuzzy Untuk Menganalisa Ketidakseimbangan Beban Pada Software MATLAB 6.5.0.

3.3.1.6 Listing Program Penempatan Konverter

```

clear all;
arus=load('RST.txt'); %Load data trafo
Trafo=arus(:,1); %Mendapatkan nama trafo
N = 19;
for ii=2:N
    PQLOSS(ii,:) = fuzzy(ii);
end
[a,posisi] = min(PQLOSS(:,:));
fprintf('Lokasi terbaik pemasangan konverter saluran sebelum trafo : '),fprintf('%d',Trafo(posisi(1)));
fprintf('\n');
fprintf('\n');
fuzzy(posisi(1));

```

```

1 clear all;
2 clear('PJT.mat'); %load data tinf0
3 Tinf0=load('1.tinf'); %load data tinf0
4 N = 10;
5 for i=1:N
6     PGL0SS(i,:) = Fuzzi(i);
7 end
8 [s,posisi] = min(PGL0SS(1,:));
9 fprintf('posisi terbaik penempatan konverter sebelum tinf0 : ',fprintf('%g',Tinf0[posisi(i)]));
10 fprintf('tinf');
11
12 Data[posisi(i)]:

```

Gambar 3-12. Listing Program Metode Fuzzy Untuk Optimasi Penempatan Konverter Tiga Fasa Pada Software MATLAB 6.5.0.

3.3.2 Logika Fuzzy^[4]

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunana dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinyu antara 0 sampai 1. Himpunan ini disebut dengan Himpunan Kabur (*Fuzzy Set*). Logika fuzzy dapat diaplikasikan dalam beberapa area pengetahuan untuk memecahkan sebagian besar permasalahan kontrol dan optimasi. Sehingga skripsi ini menggunakan metode fuzzy pada *software* MATLAB 6.5.0. untuk optimasi konverter tiga fasa.

Untuk mengerti sistem *fuzzy*, harus mengenal konsep dasar yang berhubungan dengan logika *fuzzy*, seperti istilah-istilah dasar dibawah ini dibawah:

- **DERAJAT KEANGGOTAAN** adalah derajat dimana nilai *crisp compatible* dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), juga

mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran, atau masukan *fuzzy*.

- **LABEL** adalah nama deskriptif yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah fungsi keanggotaan.
- **FUNGSI KEANGGOTAAN** adalah mengidentifikasi *fuzzy set* dengan memetakan masukan *crisp* dari domainnya ke derajat keanggotaan.
- **MASUKAN *CRISP*** adalah masukan yang tegas dan tertentu.
- **LINGKUP (DOMAIN)** adalah lebar fungsi keanggotaan. Jangkauan konsep, biasanya bilangan, tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakan. Disini domain dari *fuzzy set* (fungsi keanggotaan).
- **DAERAH BATASAN *CRISP*** adalah jangkauan seluruh nilai yang mungkin dapat diaplikasikan pada fariabel sistem.

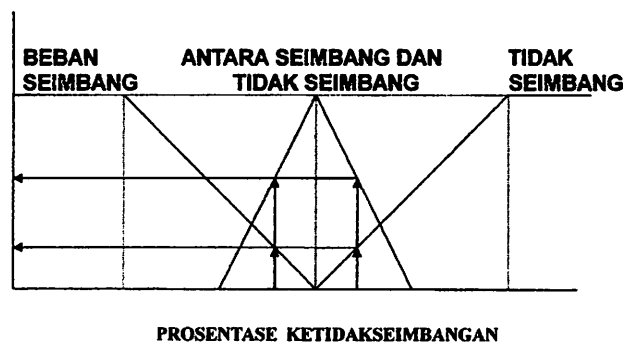
Menggunakan logika *fuzzy* untuk melakukan penyelesaian *crisp* pada masalah khusus biasanya melibatkan tiga langkah : *fuzzyfikasi*, *evaluasi rule*, dan *defuzzyfikasi*.

3.3.2.1 *Fuzzyfikasi* dan Fungsi Keanggotaan

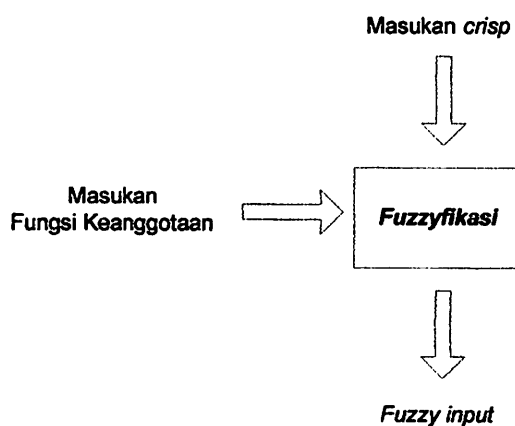
Langkah pertama dalam memproses logika *fuzzy* mengandung transformasi domain yang dinamakan *fuzzyfikasi*. Masukan *crisp* ditransformasikan kedalam masukan *fuzzy*. Untuk mengubah masukan *crisp* kedalam bentuk *fuzzy*, fungsi keanggotaan pertama kali harus ditentukan untuk tiap masukan. Sekali fungsi

keanggotaan ditentukan, *fuzzyfikasi* mengambil masukan secara *realtime*, masukan *crisp*, dan membandingkannya dengan informasi fungsi keanggotaan yang tersimpan untuk menghasilkan nilai masukan *fuzzy*.

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada skripsi ini menggunakan fungsi segitiga (*Triangle*). Karena fungsi segitiga (*Triangle*) pemetaannya lebih spesifik dibandingkan dengan fungsi-fungsi yang lain yaitu fungsi trapesium (*Trapezoidal*) dan fungsi gauss (*Gaussian*). Seperti terlihat pada gambar 3-7 dibawah ini:



Gambar 3-13. Fungsi Keanggotaan Dengan Fungsi Segitiga (*Triangle*)



Gambar 3-14. Proses *fuzzyfikasi*

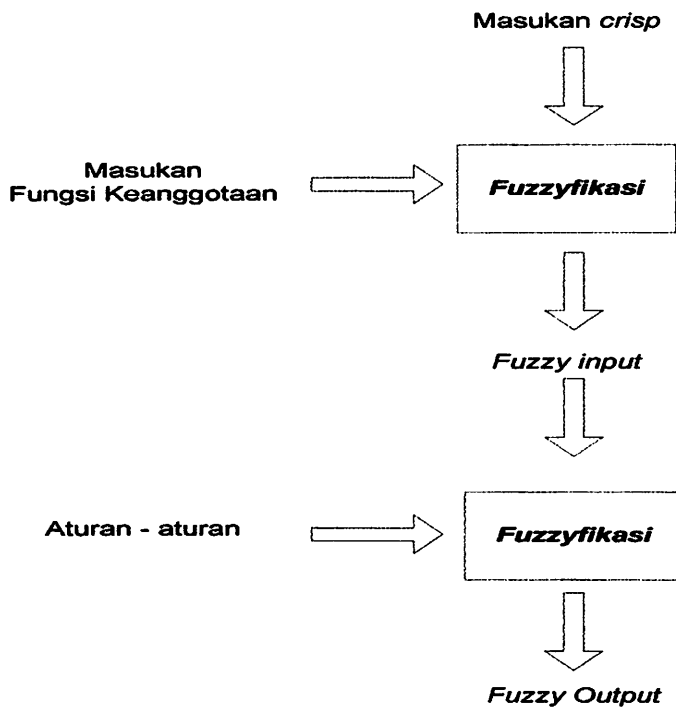
3.3.2.2 Evaluasi Rule

Dalam langkah kedua pemrosesan logika *fuzzy*, dinamakan *evaluasi rule*, proses *fuzzy* menggunakan aturan *linguistic* untuk menentukan aksi kontrol apa yang harus dilakukan dalam merespon nilai masukan yang diberikan. *Evaluasi rule* juga mengacu pada *fuzzy interference*, mengaplikasikan aturan pada masukan *fuzzy* yang dihasilkan dalam proses *fuzzyfikasi*, kemudian mengevaluasi tiap aturan dengan masukan yang dihasilkan dari proses *fuzzyfikasi*.

Aturan–aturan *fuzzy* biasanya menggunakan pernyataan jika-maka yang menggambarkan aksi yang diambil dalam merespon bermacam-macam masukan *fuzzy*. Aturan–aturan *fuzzy* :

- *If* ketidakseimbangan is seimbang, *Then* maka dinyatakan is beban seimbang.
- *If* ketidak seimbangan is peralihan, *Then* maka dinyatakan is beban antara seimbang dan tidak seimbang.
- *If* ketidakseimbangan is tidak seimbang, *Then* maka is beban tidak seimbang.

Meskipun aturan-aturan terlihat bebas dalam bentuk bahasa alami, mereka dibatasi oleh istilah-istilah *linguistic*, serta *sintaksis* yang baku.



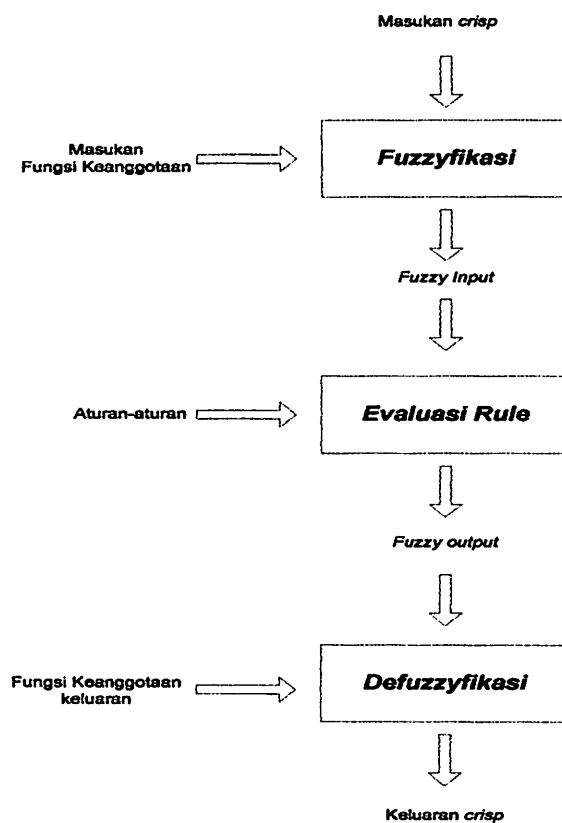
Gambar 3-15. Proses *Evaluasi Rule*

3.3.2.3 Defuzzyfikasi

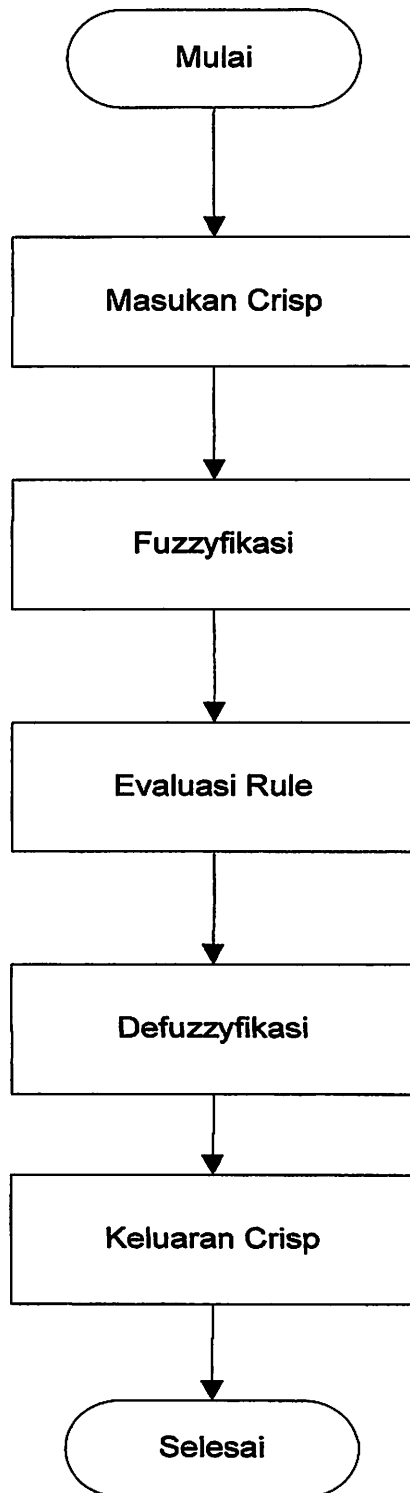
Dalam *defuzzyfikasi*, seluruh keluaran *fuzzy* yang signifikan, akan dikombinasikan kedalam *variable* keluaran yang spesifik, dan hasil *komprehensif*. Dalam proses ini seluruh nilai keluaran *fuzzy* secara efektif memodifikasi fungsi keanggotaan keluaran. Dalam *evaluasi rule*, dengan menyimpan *rule strength* yang terbesar untuk tiap *qonsequent*, *rule* yang paling benar akan mendominasi.

Satu dari banyak teknik *defuzzyfikasi* yang paling sering digunakan adalah *ceter of gravity* (COG) atau metode *centroid*. Dalam metode ini, tiap fungsi keanggotaan nilai keluaran yang ditunjukkan oleh masing-masing keluaran *fuzzy* di *truncated* (dipepat/dipotong). Hasil “*clipped* (potongan)” fungsi keanggotaan

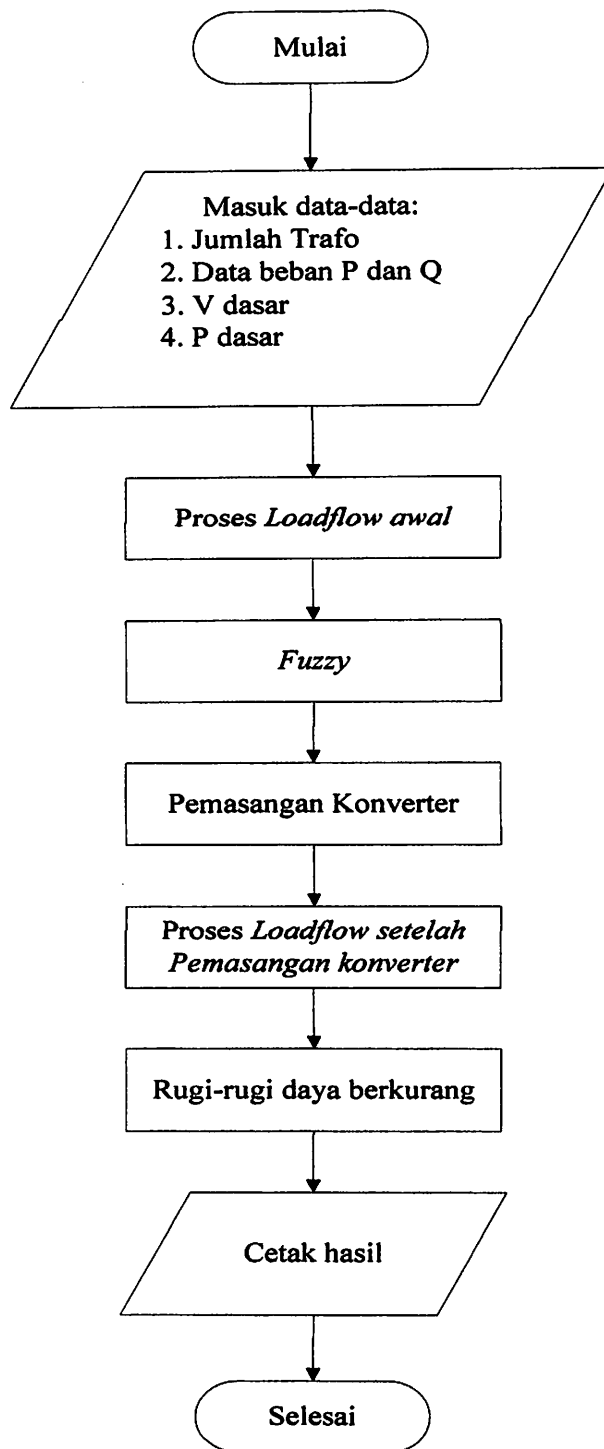
kemudian dikombinasikan keseluruhan *center of gravity* dihitung. Pemampatan tersebut dinamakan dengan *lamda cut* (λ -cut). *Lamda-cut* (λ -cut) membatasi maksimum daerah *fuzzy*, atau fungsi keanggotaan. Tidak seperti *alpha-cut threshold* yang ditetapkan oleh pembuat (atau *user* dalam beberapa contoh), *lamda threshold* ditentukan oleh *fuzzy inference* selama proses *eksekusi*. Contoh utama *lamda-cut* adalah pemotong fungsi keanggotaan pada tingkatan akhir *evaluasi rule*.



Gambar 3-16. Proses *Defuzzyfikasi*



Gambar 3-17. Flowchart Logika *Fuzzy*



Gambar 3-18. Flowchart Pemecahan Masalah

Algoritma Pemecahan Masalah

1. Mulai.
2. Masukkan inputan data yang meliputi jumlah jumlah trafo = 19 trafo, data pembebanan trafo P dan Q untuk fasa R, S, dan T, P dasar = 30 MVA, V dasar = $\frac{20.000}{\sqrt{3}}$ Volt.
3. Lakukan proses *loadflow* awal menggunakan *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation* .
4. Lakukan optimasi menggunakan metode *fuzzy* pada *software* MATLAB 6.5.0.
5. Lakukan pemasangan konverter pada saluran distribusi penyulang Megaluh sesuai dengan optimasi yang telah dilakukan dengan metode *fuzzy*.
6. Lakukan *loadflow* setelah pemasangan konverter menggunakan *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*.
7. Adanya pengurangan rugi-rugi daya dari hasil perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan konverter.
8. Cetak hasil.
9. Selesai.

BAB IV

**ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KONVERTER DAYA
PADA SISTEM DISTRIBUSI PRIMER 20Kv DI G.I PLOSO
PENYULANG MEGALUH**

Pada penulisan sripsi ini penulis menggunakan data dari PT. PLN (Persero) Gardu Induk Ploso Penyulang Megaluh dengan 19 Trafo distribusi.

Trafo Distribusi :

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1) T.89 (Ds. Sidomulyo) | 11) T.95 (Ds. Paritan) |
| 2) T.90 (Dukuh Arum) | 12) T.96 (Megaluh) |
| 3) T.468 (Ds. Pacar Peluk) | 13) T.388 (Ds. Pulo Munung) |
| 4) T.91 (Ds. Dukuh Arum) | 14) T.174 (Turipinggir) |
| 5) T.92 (Sumber Agung) | 15) T.338 (Ds. Paras) |
| 6) T.93 (Ds. Kepuh) | 16) T.446 (Gongseng) |
| 7) T.242 (Ds. Ngogri) | 17) T.249 (Ngogri) |
| 8) T.94 (Kepuh) | 18) T.243 (Ds. Balong Sari) |
| 9) T.180 (Ds. Sudimoro) | 19) T.209 (Ds. Balong Sari) |
| 10) T.274 (Ds. Sumbersari) | |

4.1 Data Pembebanan Trafo Distribusi Dan Pengolahan Data

Tabel 4-1. Data Pembebanan Trafo Distribusi

Trafo	Daya Trafo kVA	IR (A)	IS (A)	IT (A)	VR (Volt)	VS (Volt)	VT (Volt)
T.89	160	161	151	139	226	228	226
T.90	160	151	180	225	227	218	219
T.468	160	96	108	86	228	228	229
T.91	100	98	111	90	223	223	224
T.92	50	75	53	48	224	225	225
T.93	160	130	131	104	224	224	224
T.242	160	216	163	184	209	211	209
T.94	160	146	169	126	215	221	230
T.180	25	32	32	31	222	224	221
T.274	100	108	101	98	225	223	224
T.95	100	24	59	79	211	203	206
T.96	200	230	165	182	220	223	221
T.388	25	26	22	14	207	208	206
T.174	100	118	94	106	231	232	232
T.338	50	56	52	61	214	215	214
T.446	75	66	125	108	229	227	230
T.249	50	41	25	26	225	226	225
T.243	160	120	127	112	233	233	232
T.209	50	49	52	27	225	226	227

4.1.1 Perhitungan Prosentase Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa Pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) G.I Ploso Penyulang Megaluh

➤ Trafo 89 :

Diketahui : IR = 161 A IS = 151 A IT = 139 A

I rata-rata = 150 A

$$a = IR : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad b = IS : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad c = IT : I \text{ rata-rata}^{[2.8]}$$

$$= 161 \text{ A} : 150 \text{ A} \quad = 151 \text{ A} : 150 \text{ A} \quad = 139 \text{ A} : 150 \text{ A}$$

$$= 1.07 \quad = 1.00 \quad = 0.93$$

$$\% \text{ ketidakseimbangan} = \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\%^{[2.11]}$$

$$= \frac{\{[1.07-1] + [1-1] + [0.93-1]\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0.07+0+0.07}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0.14}{3} \times 100\%$$

$$= 0.0467 \times 100\%$$

$$= 4.6 \%$$

➤ Trafo 90 :

Diketahui : IR = 151 A IS = 180 A IT = 225 A

I rata-rata = 185 A

$$a = IR : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad b = IS : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad c = IT : I \text{ rata-rata}^{[2.8]}$$

$$= 151 \text{ A} : 185 \text{ A} \quad = 180 \text{ A} : 185 \text{ A} \quad = 225 \text{ A} : 185 \text{ A}$$

$$= 0.81 \quad = 0.97 \quad = 1.22$$

$$\begin{aligned}
\% \text{ ketidakseimbangan} &= \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\%^{[2.11]} \\
&= \frac{\{[0.81-1] + [0.97-1] + [1.22-1]\}}{3} \times 100\% \\
&= \frac{0.19+0.03+0.22}{3} \times 100\% \\
&= \frac{0.44}{3} \times 100\% \\
&= 0.1467 \times 100\% \\
&= 14.67 \%
\end{aligned}$$

Cara perhitungan tiap-tiap trafo sama seperti perhitungan diatas, dan hasilnya seperti terlihat pada table 4-2 dibawah ini:

Tabel 4-2. Perhitungan Prosentase Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa

Trafo	IR (A)	IS (A)	IT (A)	%
T.89	161	151	139	4.67
T.90	151	180	225	14.67
T.468	96	108	86	7.33
T.91	98	111	90	7.67
T.92	75	53	48	18.67
T.93	130	131	104	8.67
T.242	216	163	184	10.00
T.94	146	169	126	10.00
T.180	32	32	31	1.33
T.274	108	101	98	3.33
T.95	24	59	79	37.33
T.96	230	165	182	13.33
T.388	26	22	14	20.67
T.174	118	94	106	7.33
T.338	56	52	61	4.67
T.446	66	125	108	22.33
T.249	41	25	26	22.33
T.243	120	127	112	4.00
T.209	49	52	27	22.67

Tabel diatas memperlihatkan prosentase ketidakseimbangan beban tiap-tiap trafo distribusi pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) G.I Ploso Penyulang Megaluh. Sehingga pada G.I Ploso Penyulang Megaluh dapat dilakukan analisa pengaruh pemasangan konverter daya tiga fasa.

4.1.2 Perhitungan Daya Aktif (P) Dan Daya Reaktif (Q) Pada Masing-Masing

Trafo Distribusi

➤ Trafo 89 :

$$\text{Diketahui : } I_R = 161 \text{ A} \quad I_S = 151 \text{ A} \quad I_T = 139 \text{ A}$$

$$V_R = 226 \text{ V} \quad V_S = 228 \text{ V} \quad V_T = 226 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0.85$$

$$P = [V] [I] \cos \varphi^{[2.1]}$$

$$P_R = V_R \cdot I_R \cos \varphi$$

$$= 226 \text{ V} \times 161 \text{ A} \times 0.85$$

$$= 30.39 \text{ kW}$$

$$P_S = V_S \cdot I_S \cos \varphi$$

$$= 228 \text{ V} \times 151 \text{ A} \times 0.85$$

$$= 29.26 \text{ kW}$$

$$P_T = V_T \cdot I_T \cos \varphi$$

$$= 226 \text{ V} \times 139 \text{ A} \times 0.85$$

$$= 26.7 \text{ kW}$$

$$Q = [V] [I] \sin \varphi^{[2.2]}$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0.85$$

$$= 31.778$$

$$\sin \varphi = \sin 31.778$$

$$= 0.53$$

$$Q_R = V_R \cdot I_R \sin \varphi$$

$$= 226 \text{ V} \times 161 \text{ A} \times 0.53$$

$$= 19.29 \text{ kVAR}$$

$$Q_S = V_S \cdot I_S \sin \varphi$$

$$= 228 \text{ V} \times 151 \text{ A} \times 0.53$$

$$= 18.25 \text{ kVAR}$$

$$Q_T = V_T \cdot I_T \sin \varphi$$

$$= 226 \text{ V} \times 139 \text{ A} \times 0.53$$

$$= 16.65 \text{ kVAR}$$

Cara perhitungan tiap-tiap trafo sama seperti perhitungan diatas, dan hasilnya seperti terlihat pada table 4-3 dibawah ini:

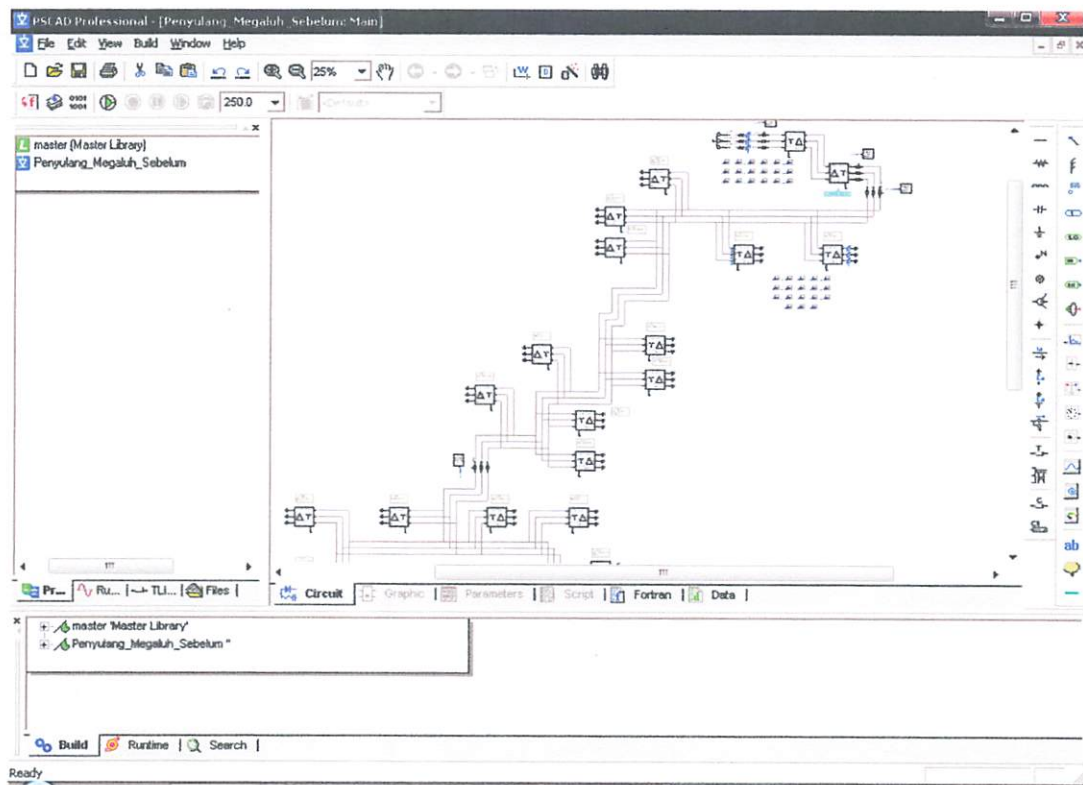
Tabel 4-3. Perhitungan Pembebanan P dan Q Masing-Masing Trafo

Trafo	PR (kW)	PS (kW)	PT (kW)	QR (kVAR)	QS (kVAR)	QT (kVAR)
T.89	30.39	29.26	26.7	19.29	18.25	16.65
T.90	29.14	33.35	41.88	18.17	20.8	26.12
T.468	18.6	20.93	16.74	11.6	13.05	10.44
T.91	18.58	21.04	17.14	11.58	13.12	10.69
T.92	14.28	10.14	8.61	8.9	6.32	5.37
T.93	24.75	24.94	19.8	15.43	15.55	12.35
T.242	38.37	29.23	32.69	23.93	18.23	20.38
T.94	26.68	31.75	24.63	16.64	19.8	15.36
T.180	6.04	6.09	5.82	3.77	3.8	3.63
T.274	20.66	19.14	18.66	12.88	11.94	11.63
T.95	4.3	10.18	13.83	2.68	6.35	8.63
T.96	43.01	31.28	34.19	26.82	19.5	21.32
T.388	4.58	3.89	2.45	2.85	2.43	1.53
T.174	21.36	18.54	20.9	14.45	11.56	13.03
T.338	10.19	9.5	11.1	6.35	5.93	6.92
T.446	12.85	24.12	21.11	8.01	15.04	13.17
T.249	7.84	4.8	4.97	4.89	2.99	3.1
T.243	23.77	25.15	22.09	14.82	15.68	22.09
T.209	9.37	9.99	5.21	5.84	6.23	3.25

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya aktif dan daya reaktif tiap-tiap fasa pada trafo distribusi. Daya aktif dan daya reaktif tersebut dipakai sebagai inputan

pembebanan tiap-tiap fasa trafo distribusi pada program *PSCAD simulation*. Untuk melihat aliran daya pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh.

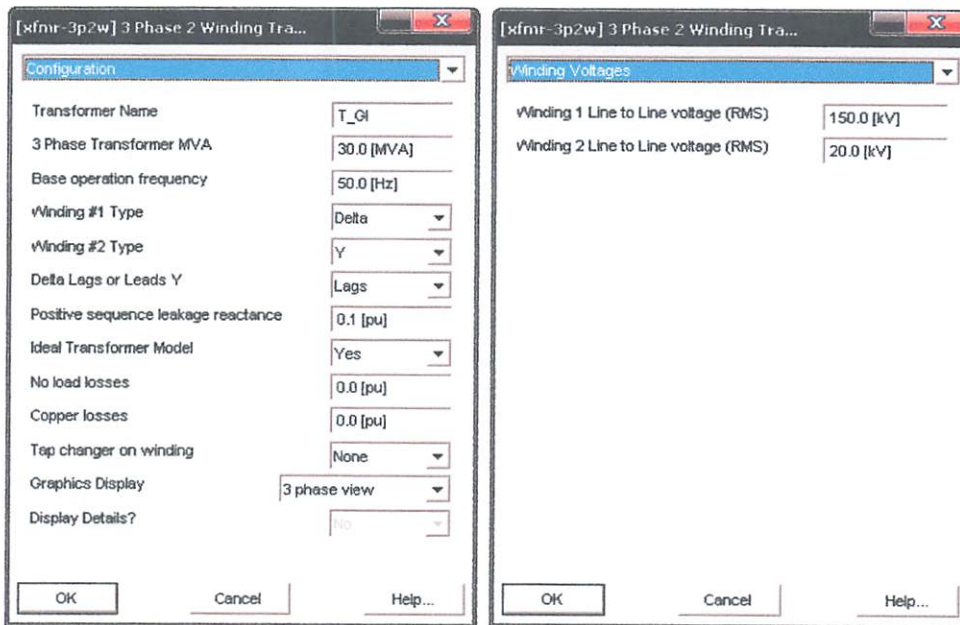
4.2 Menggambar Single Line Diagram Dan Memasukkan Data Parameter



Gambar 4-1. Tampilan *Single Line* dalam *PSCAD*

Input Data Transformator Gardu Induk, Transformator Distribusi, dan Pembebanan Transformator Distribusi

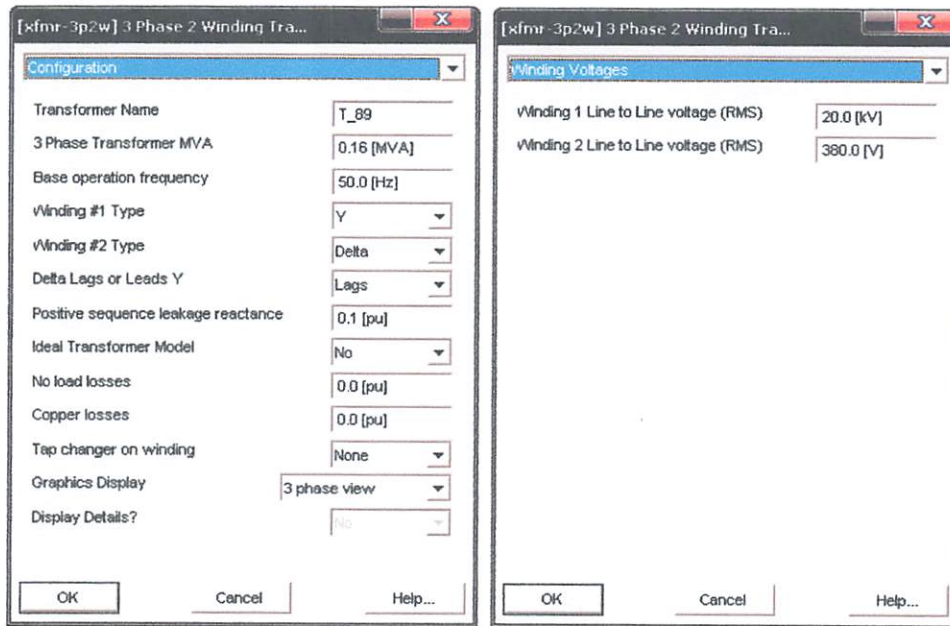
Setelah menggambar *single line* dalam *PSCAD* masukan data Transformator Gardu Induk, Transformator Distribusi, dan Pembebanan Transformator Distribusi. Langkah awal, masukan data Transformator Gardu Induk, caranya klik kiri dua kali pada gambar Transformator Gardu Induk pada *single line*, setelah itu masukan data seperti terlihat pada gambar 4-2 dibawah ini.



Gambar 4-2. Tampilan Inputan Data Transformator Gardu Induk

Gambar diatas adalah tampilan inputan data Trasformator Gardu Induk pada G.I Ploso Penyulang Megaluh yang dianalisa.

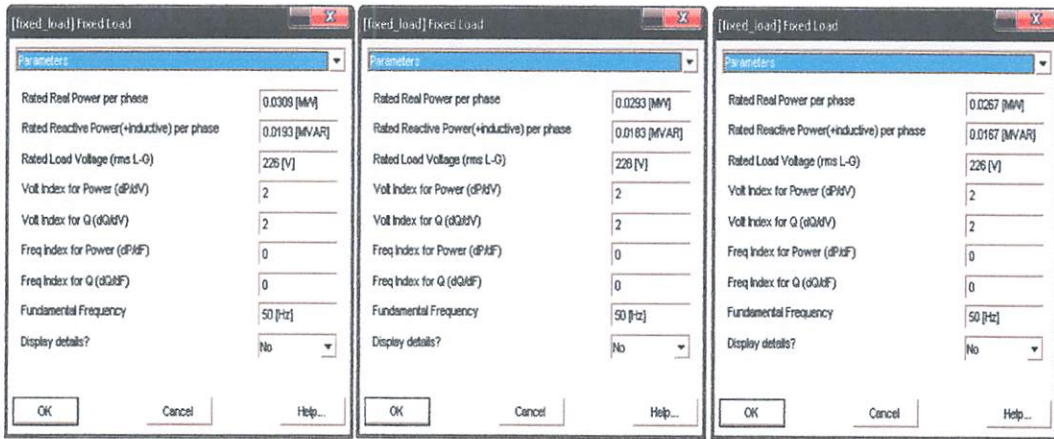
Langkah kedua, masukan data semua Transformator Distribusi, caranya klik kiri dua kali pada masing-masing gambar Transformator Distribusi pada *single line*, setelah itu masukan data masing-masing Transformator Distribusi seperti terlihat pada gambar 4-3 dibawah ini.



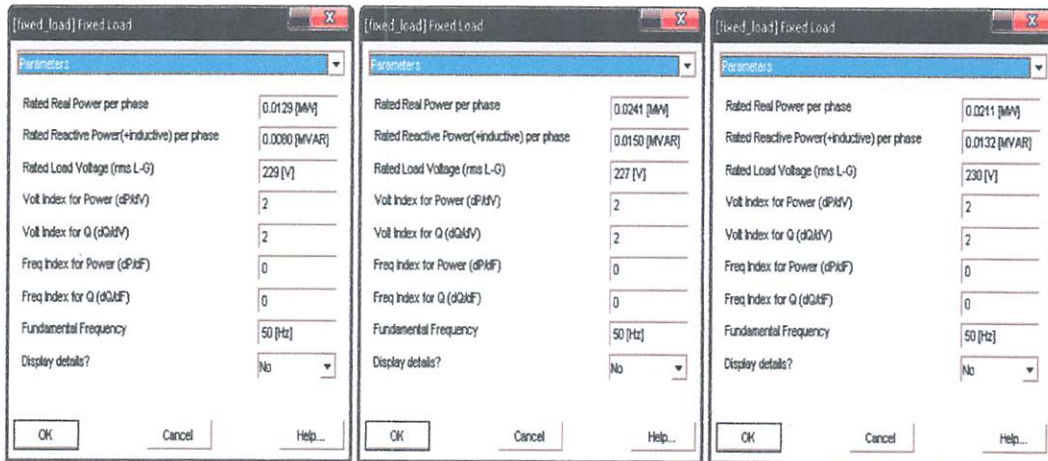
Gambar 4-3. Tampilan Inputan Data Transformator Distribusi

Tampilan semua inputan data transformator distribusi sama seperti gambar 4-3, yang berbeda adalah inputan data dari *Transformer Name* dan *3 Phase Transformer MVA* yang menyesuaikan data dari masing-masing transformator distribusi.

Langkah ketiga, masukan data pembebanan masing-masing Transformator Distribusi tiap-tiap fasanya, caranya klik kiri dua kali pada masing-masing gambar Beban (*load*) pada *single line*, setelah itu masukan data pembebanan masing-masing Transformator Distribusi tiap-tiap fasanya seperti terlihat pada gambar 4-4 dibawah ini.



Gambar 4-4. Data Pembebanan Transformator 89 Untuk Fasa R, S, dan T



Gambar 4-5. Data Pembebanan Transformator 446 Untuk Fasa R, S, dan T

Data pembebanan pada trafo lainnya dapat dilihat dilampiran

Setelah menggambar *singel line* dan pengisian data pada *software* PSCAD selesai, maka dilakukan *load flow* dan mengambil data pada masing-masing saluran primer trafo distribusi.

4.3 Analisa Data Sebelum Pemasangan Konverter Daya

Dari simulasi dengan menggunakan *software* PSCAD, didapat data hasil load flow awal pada G.I Ploso Penyulang Megaluh sebelum pemasangan konverter daya seperti tabel-tabel dibawah ini:

Perhitungan prosentase ketidakseimbangan beban tiap-tiap trafo distribusi pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh.

➤ Trafo 468 :

Diketahui : IR = 1.47 A IS = 1.47 A IT = 1.51 A

I rata-rata = 1.48 A

$$a = IR : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad b = IS : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad c = IT : I \text{ rata-rata}^{[2.8]}$$

$$= 1.47 \text{ A} : 1.48 \text{ A} \quad = 1.47 \text{ A} : 1.48 \text{ A} \quad = 1.51 \text{ A} : 1.48 \text{ A}$$

$$= 0.99 \quad = 0.99 \quad = 1.02$$

$$\% \text{ ketidakseimbangan} = \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\%^{[2.11]}$$

$$= \frac{\{[0.99-1] + [0.99-1] + [1.02-1]\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0.01+0.01+0.02}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0.04}{3} \times 100\%$$

$$= 0.0133 \times 100\%$$

$$= 1.33 \%$$

➤ Trafo 91 :

$$\text{Diketahui : } I_R = 1.48 \text{ A} \quad I_S = 1.68 \text{ A} \quad I_T = 1.42 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata-rata}} = 1.53 \text{ A}$$

$$a = I_R : I_{\text{rata-rata}}^{[2.8]} \quad b = I_S : I_{\text{rata-rata}}^{[2.8]} \quad c = I_T : I_{\text{rata-rata}}^{[2.8]}$$

$$= 1.48 \text{ A} : 1.53 \text{ A} \quad = 1.68 \text{ A} : 1.53 \text{ A} \quad = 1.42 \text{ A} : 1.53 \text{ A}$$

$$= 0.97 \quad = 1.1 \quad = 0.93$$

$$\% \text{ ketidakseimbangan} = \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\%^{[2.11]}$$

$$= \frac{\{[0.97-1] + [1.1-1] + [0.93-1]\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0.03+0.1+0.07}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0.2}{3} \times 100\%$$

$$= 0.0666 \times 100\%$$

$$= 6.66 \%$$

Cara perhitungan tiap-tiap trafo sama seperti perhitungan diatas, dan hasilnya seperti terlihat pada table 4-4 dibawah ini:

Tabel 4-4. IR, IS, dan IT Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	IR (kA)	IS (kA)	IT (kA)	%
T.89	0.00219	0.00235	0.00230	2.44
T.90	0.00281	0.00284	0.00287	0.53
T.468	0.00147	0.00147	0.00151	1.33
T.91	0.00148	0.00168	0.00142	6.66
T.92	0.00083	0.00093	0.00082	5.54
T.93	0.00188	0.00182	0.00194	1.85
T.242	0.00292	0.00304	0.00289	1.70
T.94	0.00228	0.00203	0.00253	7.42
T.180	0.00048	0.00049	0.00047	0.40
T.274	0.00151	0.00160	0.00160	2.63
T.95	0.00087	0.00086	0.00088	0.69
T.96	0.00306	0.00285	0.00300	2.38
T.388	0.00035	0.00031	0.00083	6.77
T.174	0.00183	0.00151	0.00128	12.71
T.338	0.00087	0.00085	0.00098	6.16
T.446	0.00133	0.00142	0.00158	6.19
T.249	0.00039	0.00056	0.00046	12.27
T.243	0.00172	0.00208	0.00158	10.70
T.209	0.00063	0.00067	0.00063	2.62

Tabel diatas memperlihatkan prosentase ketidakseimbangan beban tiap-tiap trafo distribusi pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sebelum pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-5. ER, ES, dan ET Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	ER (kV)	ES (kV)	ET (kV)
T.89	9.70059	9.76162	9.81373
T.90	9.70059	9.76162	9.81373
T.468	9.70059	9.76162	9.81373
T.91	9.70059	9.76162	9.81373
T.92	9.70059	9.76162	9.81373
T.93	9.70059	9.76162	9.81373
T.242	9.70059	9.76162	9.81373
T.94	9.70059	9.76162	9.81373
T.180	9.70059	9.76162	9.81373
T.274	9.70059	9.76162	9.81373
T.95	9.70059	9.76162	9.81373
T.96	9.69976	9.76077	9.81295
T.388	9.69976	9.76077	9.81295
T.174	9.69976	9.76077	9.81295
T.338	9.69976	9.76077	9.81295
T.446	9.69976	9.76077	9.81295
T.249	9.69976	9.76077	9.81295
T.243	9.69976	9.76077	9.81295
T.209	9.69976	9.76077	9.81295

Tabel diatas memperlihatkan profil tegangan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) tiap-tiap trafo distribusi pada G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sebelum pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-6. PR, PS, dan PT Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	PR (kW)	PS (kW)	PT (kW)
T.89	10.0	9.8	10.5
T.90	11.5	14.2	11.5
T.468	6.9	6.3	6.5
T.91	7.0	6.3	6.6
T.92	3.8	3.2	4.2
T.93	8.7	7.7	8.5
T.242	11.4	12.5	14.7
T.94	10.9	9.3	9.9
T.180	2.1	2.1	2.2
T.274	6.8	6.8	7.2
T.95	3.5	5.2	2.4
T.96	12.2	12.3	14.8
T.388	1.7	1.2	1.6
T.174	6.2	6.7	7.3
T.338	3.6	4.1	4.1
T.446	6.6	7.3	5.0
T.249	2.0	1.8	2.4
T.243	8.1	7.8	8.0
T.209	3.3	2.2	2.8

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya aktif pada tiap-tiap trafo distribusi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sebelum pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-7. QR, QS, dan QT Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	QR (kVAR)	QS (kVAR)	QT (kVAR)
T.89	7.2	7.2	6.9
T.90	6.8	9.5	10.3
T.468	4.4	5.0	4.2
T.91	4.6	5.2	4.5
T.92	3.1	2.5	2.4
T.93	5.9	6.1	5.2
T.242	9.7	7.9	10.1
T.94	7.1	7.8	6.1
T.180	1.5	1.6	1.6
T.274	4.9	4.9	4.9
T.95	0.9	3.5	3.4
T.96	10.0	8.1	9.6
T.388	1.2	1.1	0.8
T.174	4.8	4.5	5.3
T.338	2.6	2.7	3.1
T.446	3.1	5.7	4.8
T.249	1.7	1.2	1.4
T.243	5.3	5.8	5.3
T.209	2.2	0.9	1.3

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya reaktif pada tiap-tiap trafo distribusi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sebelum pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-8. Daya Total Pada Fasa R, S, dan T

R		S		T	
P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
126.1	86	127.1	93.1	130.2	91.2

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya aktif dan daya reaktif yang disalurkan trafo G.I setelah dilakukan *load flow* sebelum pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Sehingga didapat daya total yang disalurkan adalah:

$$\begin{aligned}
 P \text{ total} &= P_R + P_S + P_T \\
 &= 126.1 + 127.1 + 130.2 \\
 &= 383.4 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

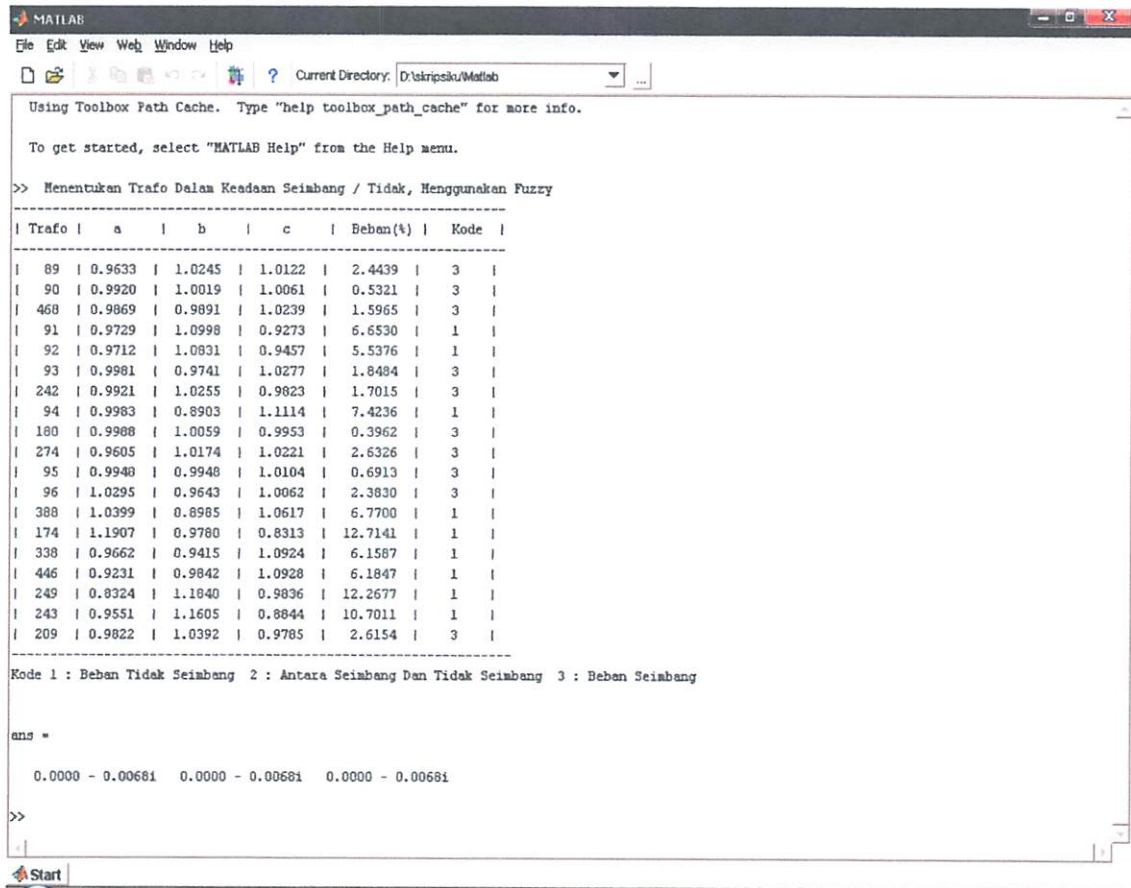
$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} &= Q_R + Q_S + Q_T \\
 &= 86 + 93.1 + 91.2 \\
 &= 270.3 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

4.4 Optimasi Model Konverter Daya Menggunakan Metode *Fuzzy* Pada *Software* MATLAB V6.5.0.

Untuk mendapatkan lokasi penempatan konverter yang optimal pada jaringan distribusi primer, maka digunakan metode *fuzzy* pada *software* MATLAB 6.5.0. untuk menentukan penempatan yang optimal dari konverter.

4.4.2 Analisa Dengan Menggunakan Metode Fuzzy

Memasukan data arus tiap-tiap fasa (fasa R, S, dan T) jaringan 20kV pada program *fuzzy* yang telah dibuat, untuk mencari pada sistem distribusi primer 20kV G.I Ploso Penyulang Megaluh, trafo mana yang dalam keadaan tidak seimbang dengan menggunakan metode *fuzzy* pada *software* MATLAB, seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4-6. Trafo Mana Yang Dalam Keadaan Seimbang Dan Tidak Seimbang

Seperti terlihat pada gambar 4-6 hasil simulasi, terdapat ketidak seimbangan beban pada sistem. Yaitu terjadi pada trafo 91, 92, 94, 388, 174, 338, 446, 249, dan

243. Dengan metode fuzzy pada software MATLAB, akan didapat lokasi yang tepat untuk pemasangan konverter daya pada sistem distribusi primer 20kV G.I Ploso Penyulang Megaluh. Agar ketidakseimbangan beban pada sistem tidak terjadi dan rugi-rugi daya berkurang.

```

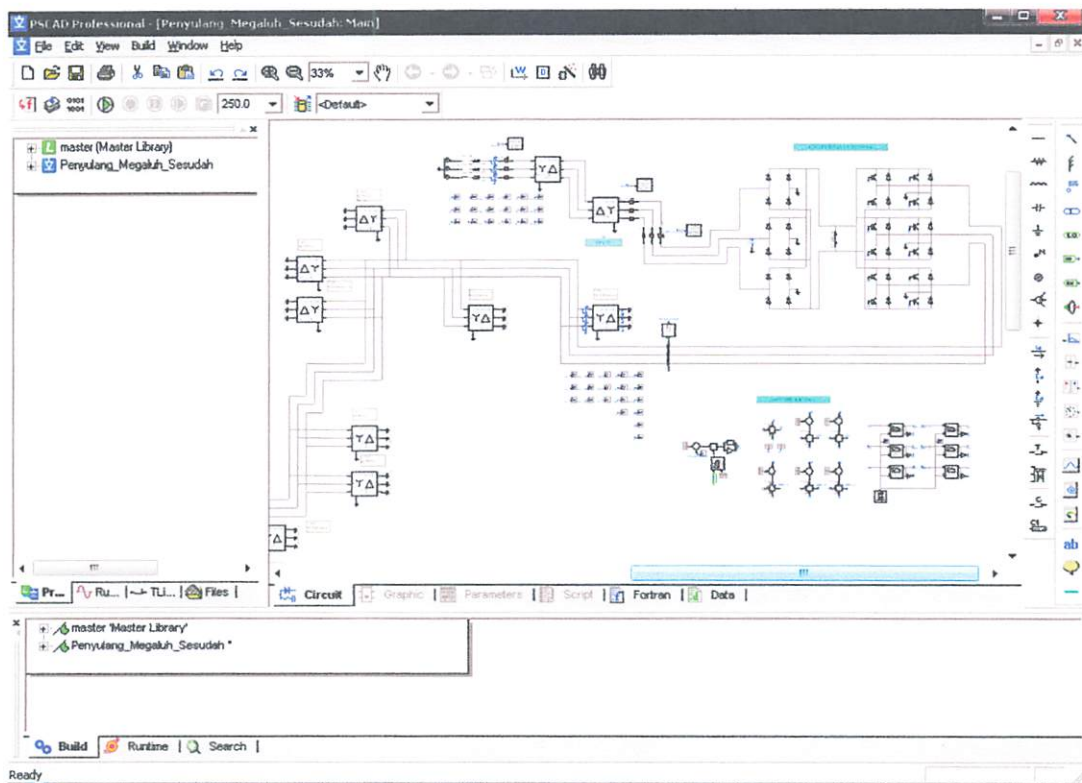
MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: D:\skripsi\Matlab
| 209 | 0.9822 | 1.0392 | 0.9785 | 2.6154 | 3 |
-----
Kode 1 : Beban Tidak Seimbang 2 : Antara Seimbang Dan Tidak Seimbang 3 : Beban Seimbang
lokasi terbaik pemasangan konverter saluran sebelum trafo : 89

Menentukan Trafo Dalam Keadaan Seimbang / Tidak, Menggunakan Fuzzy
-----
| Trafo | a | b | c | Beban(%) | Kode |
-----
| 89 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 90 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 468 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 91 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 92 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 93 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 242 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 94 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 180 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 274 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 95 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 96 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 388 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 174 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 338 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 445 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 249 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 243 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
| 209 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 3 |
-----
Kode 1 : Beban Tidak Seimbang 2 : Antara Seimbang Dan Tidak Seimbang 3 : Beban Seimbang
>>
  
```

Gambar 4-7. Optimasi Menggunakan Metode *Fuzzy* Pada *Software* MATLAB

Dari hasil optimasi menggunakan metode fuzzy, didapat lokasi pemasangan konverter daya yang optimal pada sistem distribusi G.I Ploso Penyulang Megaluh adalah pada saluran sebelum Transformator 89.

4.5 Analisa Data Sesudah Pemasangan Konverter Daya



Gambar 4-8. Tampilan *Single Line* Sesudah Pemasangan

Konverter Daya Dalam *PSCAD*

Dari simulasi dengan menggunakan software PSCAD, didapat data hasil load flow pada G.I Ploso Penyulang Megaluh sesudah pemasangan konverter daya seperti tabel-tabel dibawah ini:

Perhitungan prosentase ketidakseimbangan beban tiap-tiap trafo distribusi pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh.

➤ Trafo 468 :

Diketahui : IR = 1.75 A IS = 1.75 A IT = 1.75 A

I rata-rata = 1.75 A

$$a = IR : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad b = IS : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad c = IT : I \text{ rata-rata}^{[2.8]}$$

$$= 1.75 \text{ A} : 1.75 \text{ A} \quad = 1.75 \text{ A} : 1.75 \text{ A} \quad = 1.75 \text{ A} : 1.75 \text{ A}$$

$$= 1 \quad = 1 \quad = 1$$

$$\% \text{ ketidakseimbangan} = \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\%^{[2.11]}$$

$$= \frac{\{[1-1] + [1-1] + [1-1]\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0+0+0}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{3} \times 100\%$$

$$= 0 \times 100\%$$

$$= 0 \%$$

➤ Trafo 91 :

Diketahui : IR = 1.09 A IS = 1.09 A IT = 1.09 A

I rata-rata = 1.09 A

$$a = IR : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad b = IS : I \text{ rata-rata}^{[2.8]} \quad c = IT : I \text{ rata-rata}^{[2.8]}$$

$$= 1.09 \text{ A} : 1.09 \text{ A} \quad = 1.09 \text{ A} : 1.09 \text{ A} \quad = 1.09 \text{ A} : 1.09 \text{ A}$$

$$= 1 \quad = 1 \quad = 1$$

$$\begin{aligned}\% \text{ ketidakseimbangan} &= \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\%^{[2.11]} \\ &= \frac{\{[1-1] + [1-1] + [1-1]\}}{3} \times 100\% \\ &= \frac{0+0+0}{3} \times 100\% \\ &= \frac{0}{3} \times 100\% \\ &= 0 \times 100\% \\ &= 0 \%\end{aligned}$$

Cara perhitungan tiap-tiap trafo sama seperti perhitungan diatas, dan hasilnya seperti terlihat pada table 4-9 dibawah ini:

Tabel 4-9. IR, IS, dan IT Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	IR (kA)	IS (kA)	IT (kA)	%
T.89	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.90	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.468	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.91	0.00109	0.00109	0.00109	0
T.92	0.00055	0.00055	0.00055	0
T.93	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.242	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.94	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.180	0.00027	0.00027	0.00027	0
T.274	0.00109	0.00109	0.00109	0
T.95	0.00109	0.00109	0.00109	0
T.96	0.00218	0.00218	0.00218	0
T.388	0.00027	0.00027	0.00027	0
T.174	0.00109	0.00109	0.00109	0
T.338	0.00055	0.00055	0.00055	0
T.446	0.00082	0.00082	0.00082	0
T.249	0.00055	0.00055	0.00055	0
T.243	0.00175	0.00175	0.00175	0
T.209	0.00055	0.00055	0.00055	0

Tabel diatas memperlihatkan prosentase ketidakseimbangan beban tiap-tiap trafo distribusi pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sesudah pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-10. ER, ES, dan ET Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	ER (kV)	Es (kV)	ET (kV)
T.89	15.88311	15.88311	15.88311
T.90	15.88311	15.88311	15.88311
T.468	15.88311	15.88311	15.88311
T.91	15.88311	15.88311	15.88311
T.92	15.88311	15.88311	15.88311
T.93	15.88311	15.88311	15.88311
T.242	15.88311	15.88311	15.88311
T.94	15.88311	15.88311	15.88311
T.180	15.88311	15.88311	15.88311
T.274	15.88311	15.88311	15.88311
T.95	15.88311	15.88311	15.88311
T.96	15.88233	15.88233	15.88233
T.388	15.88233	15.88233	15.88233
T.174	15.88233	15.88233	15.88233
T.338	15.88233	15.88233	15.88233
T.446	15.88233	15.88233	15.88233
T.249	15.88233	15.88233	15.88233
T.243	15.88233	15.88233	15.88233
T.209	15.88233	15.88233	15.88233

Tabel diatas memperlihatkan profil tegangan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) tiap-tiap trafo distribusi pada G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sesudah pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-11. PR, PS, dan PT Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	PR (kW)	Ps (kW)	PT (kW)
T.89	0.08074	0.08074	0.08074
T.90	0.08074	0.08074	0.08074
T.468	0.08074	0.08074	0.08074
T.91	0.05048	0.05048	0.05048
T.92	0.02523	0.02523	0.02523
T.93	0.08079	0.08079	0.08079
T.242	0.08079	0.08079	0.08079
T.94	0.08076	0.08076	0.08076
T.180	0.01262	0.01262	0.01262
T.274	0.05048	0.05048	0.05048
T.95	0.05048	0.05048	0.05048
T.96	0.10000	0.10000	0.10000
T.388	0.01261	0.01261	0.01261
T.174	0.05041	0.05041	0.05041
T.338	0.02521	0.02521	0.02521
T.446	0.03781	0.03781	0.03781
T.249	0.02521	0.02521	0.02521
T.243	0.08066	0.08066	0.08066
T.209	0.02522	0.02522	0.02522

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya aktif pada tiap-tiap trafo distribusi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sesudah pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-12. QR, QS, dan QT Trafo Pada Saluran Primer 20kV

Trafo	QR (kVAR)	QS (kVAR)	QT (kVAR)
T.89	0.10000	0.10000	0.10000
T.90	0.10000	0.10000	0.10000
T.468	0.10000	0.10000	0.10000
T.91	0.07283	0.07283	0.07283
T.92	0.03642	0.03642	0.03642
T.93	0.10000	0.10000	0.10000
T.242	0.10000	0.10000	0.10000
T.94	0.10000	0.10000	0.10000
T.180	0.01821	0.01821	0.01821
T.274	0.07283	0.07283	0.07283
T.95	0.07283	0.07283	0.07283
T.96	0.20000	0.20000	0.20000
T.388	0.01932	0.01932	0.01932
T.174	0.07726	0.07726	0.07726
T.338	0.03863	0.03863	0.03863
T.446	0.05795	0.05795	0.05795
T.249	0.03863	0.03863	0.03863
T.243	0.10000	0.10000	0.10000
T.209	0.03863	0.03863	0.03863

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya reaktif pada tiap-tiap trafo distribusi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) G.I Ploso Penyulang Megaluh setelah dilakukan *load flow* sesudah pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Tabel 4-13. Daya Total Pada Fasa R, S, dan T

R		S		T	
P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
17.1	28.6	2.8	97.2	5.1	12.1

Tabel diatas memperlihatkan besarnya daya aktif dan daya reaktif yang disalurkan trafo G.I setelah dilakukan *load flow* sesudah pemasangan konverter tiga fasa pada program *PSCAD simulation*.

Sehingga didapat daya total yang disalurkan adalah:

$$\begin{aligned}
 P \text{ total} &= P_R + P_S + P_T \\
 &= 17.1 + 2.8 + 5.1 \\
 &= 25 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} &= Q_R + Q_S + Q_T \\
 &= 28.6 + 97.2 + 12.1 \\
 &= 137.9 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

4.6 Analisa Hasil Perbandingan Aliran Daya Sebelum Dengan Sesudah Pemasangan Konverter

Tabel 4-14. Perbandingan Daya Total Sebelum Dan Sesudah Pemasangan Konverter

Keterangan	R		S		T	
	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
Sebelum	126.1	86	127.1	93.1	130.2	91.2
Sesudah	17.1	28.6	2.8	97.2	5.1	12.1

Untuk daya yang disalurkan pada Penyulang Megaluh dengan pembebanan transformator yang sama sebelum dipasang konverter lebih besar dibandingkan dengan sesudah dipasang konverter, ini jelas bahwa ada penurunan rugi-rugi daya setelah pemasangan konverter pada saluran sistem distribusi primer 20kV G.I Ploso Penyulang Megaluh. Besarnya rugi-rugi daya yang dapat diminimalisir oleh sistem setelah pemasangan konverter untuk daya aktif dan daya reaktif adalah :

$$\begin{aligned} \text{Untuk daya aktif} &= 383.4 \text{ kW} - 25 \text{ kW} \\ &= 358.4 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk daya reaktif} &= 270.3 \text{ kVAR} - 137.9 \text{ kVAR} \\ &= 132.4 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Sehingga, prosentase daya aktif yang disalurkan sebelum pemasangan konverter tiga fasa adalah:

Dimana daya aktif pada trafo G.I (P) adalah:

$$P = S \times \cos \varphi , \text{ dimana } \cos \varphi \text{ yang digunakan adalah } 0.85$$

$$P = 30000 \times 0.85 = 25500 \text{ kW}$$

$$\% P = 383.4 \text{ kW} : 25500 \text{ kW} \times 100\%$$

$$= 0.01504 \times 100\%$$

$$= 1.504 \%$$

Dan, prosentase daya aktif yang disalurkan sesudah pemasangan konverter tiga fasa adalah:

Dimana daya aktif pada trafo G.I (P) adalah:

$$P = S \times \cos \varphi , \text{ dimana } \cos \varphi \text{ yang digunakan adalah } 0.85$$

$$P = 30000 \times 0.85 = 25500 \text{ kW}$$

$$\% P = 25 \text{ kW} : 25500 \text{ kW} \times 100\%$$

$$= 0.00098 \times 100\%$$

$$= 0,098 \%$$

Sedangkan prosentase daya reaktif yang disalurkan sebelum pemasangan konverter tiga fasa adalah:

Dimana daya aktif pada trafo G.I (P) adalah:

$$Q = S \times \sin \varphi , \text{ dimana } \sin \varphi \text{ yang digunakan adalah } 0.53$$

$$Q = 30000 \times 0.53 = 15900 \text{ kVAR}$$

$$\% Q = 270.3 \text{ kVAR} : 15900 \text{ kVAR} \times 100\%$$

$$= 0.017 \times 100\%$$

$$= 1.7 \%$$

Sehingga, prosentase daya reaktif yang disalurkan sesudah pemasangan konverter tiga fasa adalah:

Dimana daya aktif pada trafo G.I (P) adalah:

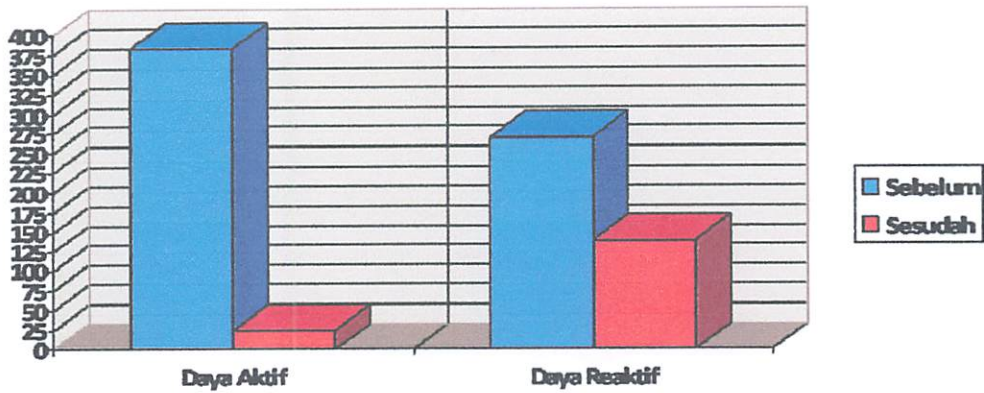
$$Q = S \times \sin \varphi, \text{ dimana } \sin \varphi \text{ yang digunakan adalah } 0.53$$

$$Q = 30000 \times 0.53 = 15900 \text{ kVAR}$$

$$\% Q = 137.9 \text{ kVAR} : 15900 \text{ kVAR} \times 100\%$$

$$= 0.0087 \times 100\%$$

$$= 0.87 \%$$



Grafik 4-9. Perbandingan Daya Aktif dan Daya Reaktif Sebelum dan Sesudah Pemasangan Konverter

Dengan pemasangan konverter daya pada sistem distribusi primer 20kV G.I Ploso Penyulang Megaluh dapat diketahui bahwa konverter daya tersebut mampu meminimalisir rugi-rugi daya dari prosentase penyaluran daya aktif 1.504 % sebelum pemasangan konverter, setelah pemasangan konverter menjadi 0.098 %. Sedangkan prosentase penyaluran daya reaktif 1.7 % sebelum pemasangan konverter, setelah pemasangan konverter menjadi 0.87 %.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis mengenai penempatan yang optimal dan pengaruh pemasangan konverter daya tiga fasa pada sistem jaringan distribusi primer 20kV G.I Ploso Penyulang Megaluh dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB 6.5.0. dan *Software PSCAD/EMTDC V4.2 Power System Simulation*, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Untuk pemasangan konverter daya tiga fasa pada Penyulang Megaluh dengan menggunakan metode *fuzzy* didapat pada saluran sebelum Transformator 89.
2. Pemasangan konverter daya tiga fasa pada Penyulang Megaluh mampu meminimalisir rugi-rugi daya dari prosentase penyaluran daya aktif 1.504 % sebelum pemasangan konverter, setelah pemasangan konverter menjadi 0.098 %. Sedangkan prosentase penyaluran daya reaktif 1.7 % sebelum pemasangan konverter, setelah pemasangan konverter menjadi 0.87 %.

5.2 Saran

Pemasangan konverter daya tiga fasa pada jaringan distribusi primer tipe radial perlu dikembangkan dan diterapkan untuk solusi dalam menyelesaikan permasalahan ketidak seimbangan beban. Agar dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam menyalurkan tenaga listrik yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Razvan Stoicescu, Karen miu, "*Three-phase Converter Model, For Unbalanced Radial Power-Flow Studies*". *IEEE Transaltrans on power system*, Vol. 17.no 4. 2002
- [2] Suhardi, Bambang, "*Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I*", Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [3] Jurnal Teknik Elektro Universitas Kristen Petra Vol. 6, No 1 maret 2006: 68-73
"*Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi*".
- [4] Ismail Nahkoda, Yusuf. "*Diklat Kuliah Komputasi Cerdas*". Institut Teknologi Nasional Malang.
- [5] Hadi Saadat, "*Power System Analysis*", McGRAW-Hill International Editions, Milwaukee School of Engineering, 1999.
- [6] <http://www.elektroindonesia.com/elektro/elek15a.html>.
- [7] <http://www.google.com>

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : M. IMAM SYAFI'I
2. NIM : 05.12.026
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 20 Februari 2010
Dengan Nilai : 77.75 (B+)

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji

(IR. H. SIDIK NOERTJAHJONO, MT)
NIP. Y. 1028700163

Sekretaris Majelis Penguji

(IR. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT)
NIP.Y. 1039500274

Anggota Penguji

Penguji I

(IR. CHOIRUL SALEH, MT)
NIP.P.1018800190

Penguji II

(BAMBANG PRIO HARTONO, ST, MT)
NIP.Y.1028400082



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
BENYU AGARA ERIAN SISIRSI

1. Nama : M. IMAM SYAFI
2. NIM : 0512020
3. Jurusan : Teknik Elektro 2-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI PENYIMPATAN KONVERTER DGA FASA MENGGUNAKAN METODE WAXSY UNTUK MENYIMPANGKAN BEBAN PADA DI. PLOSO PENYULANG NEGALIH

Dipersembahkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi dengan Status (S-1) pada :

Nama : Saban
Tanggal : 20 Februari 2010
Dengan Nilai : 77,75 (B-)

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris Majelis Penguji

Ketua Majelis Penguji

(IR. E. YUDI LUMBANTONO, ST, MT)
NIP. 7.102800274

(IR. H. SIDIK KORBETALIMONO, ST, MT)
NIP. 7.102870103

Anggota Penguji

Penguji II

Penguji I

(IR. CHORRI, S, ST, MT)
NIP. 7.1028700082

(IR. CHORRI, S, ST, MT)
NIP. 7.101880100



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : M.IMAM SYAFI'I
NIM : 05.12.026
Masa Bimbingan : 11 September 2009 s/d 11 Maret 2010
Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA
MENGUNAKAN METODE FUZZY UNTUK
MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO
PENYULANG MEGALUH

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Penguji
1.		Latar belakang diberi catatan kaki	
2.		Setiap BAB diberi sumber pustaka	
3.		Hal 53, 55, 60-64 tabel diberi analisa	
4.		Hal 64 – hal 72 dimasukan BAB III	
5.		Gambar 4-12, gambar 4-13 diberi analisa	
6.		Tampilkan perhitungan yang memutuskan bahwa pada G.I Ploso Penyulang Megaluh bebannya tidak seimbang	

Disetujui :

Penguji I

(IR. CHOIRUL SALEH, MT)
NIP.P.1018800190

Penguji II

(BAMBANG PRIO HARTONO, ST, MT)
NIP.Y.1028400082

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(IR. H. TAUFIK HIDAYAT, MT)
NIP.Y. 1018700151

Dosen Pembimbing II

(IRRINE BUDI SULISTIAWATI, ST, MT)
NIP. 19770615.200501.2.002



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : ALIYAH SYAHRI
 NIM : 02111050
 Masa Bimbingan : 11 September 2009 s.d. 11 Maret 2010
 Judul Skripsi : OPTIMASI PEREMBATAN KONVERSI HGA PASA
 MELINDUKAN METODE WAXEN UNTUK
 MENYIMPANKAN BAHAN PADA GILFOSF
 PENYERAPAN MENDALUH

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1.		Lampir belakang diberi catatan kecil	
2.		Sebagi BAB diberi nomor paragraf	
3.		Hal 22, 23, 60-64 tabel diberi analisis	
4.		Hal 64 - hal 72 ditambahkan BAB III	
5.		Gambar 4-12 gambar 4-13 diberi analisis	
6.		Tampilkan pembahasan yang menunjukkan bahwa pada Gilfosf Penyangga Mendaerah beban yang tidak selengkap	

Disetujui :

Penguji II

Penguji I

(BALRANG FERDINANDUS, S.T.)
 NIP. 195810093

(ER. CHORIS SALEH, MT.)
 NIP. 191800190

Mengetahui,

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

(ERIZKI REBI SULTANAH, S.T.)
 NIP. 1977091520030123002

(IR. H. TAPAK HIDAYAT, MT.)
 NIP. 191800181



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M.IMAM SYAFI'I
NIM : 05.12.026
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER
TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE
FUZZY UNTUK MENYEIMBANGKAN
BEBAN PADA G.I PLOSO PENYULANG
MEGALUH
Tanggal Mengajukan Skripsi : 03 Agustus 2009
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 20 Februari 2010
Dosen Pembimbing I : Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT
Dosen Pembimbing II : IRRINE BUDI SULISTIAWATI, ST. MT
Telah Dievaluasi dengan nilai : 77,75 (Tujuh Puluh Tujuh Koma Tujuh
Puluh Lima)

Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing I

IR. H. TAUFIK HIDAYAT, MT

NIP.Y. 1018700151

Malang, Februari 2010
Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing II

IRRINE BUDI SULISTIAWATI, ST. MT

NIP. 19770615.200501.2.002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

IR. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT

NIP.Y. 1039500274



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Taufik Hidayat, MT
Dosen Jurusan Elektro S-1/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M.IMAM SYAFI'I
Nim : 05.12.026
Semester : VIII (delapan)
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA
MENGUNAKAN METODE FUZZY UNTUK
MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO
PENYULANG MEGALUH**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Liraprontono, MT
Nip.P.1039500274

Malang,

Pemohon,

M.IMAM SYAFI'I
Nim : 05.12.026

Form S-3a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT
Dosen Jurusan Elektro S-1/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M.IMAM SYAFI'I
Nim : 05.12.026
Semester : VIII (delapan)
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA
MENGUNAKAN METODE *FUZZY* UNTUK
MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO
PENYULANG MEGALUH**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Kumpamoto, MT
Nip. P.1039500274

Malang,

Pemohon,

M. IMAM SYAFI'I
Nim : 05.12.026

Form S-3a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : M.IMAM SYAFI'I
Nim : 05.12.026
Semester : VIII (delapan)
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

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

OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGUNAKAN METODE FUZZY UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang,
Yang Membuat Pernyataan,

Ir. Taufik Hidayat, MT

Catatan

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

Form. S - 3b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : M.IMAM SYAFI'I
Nim : 05.12.026
Semester : VIII (delapan)
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

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

OPTIMASI PENEMPATAN KONVERTER TIGA FASA MENGUNAKAN METODE FUZZY UNTUK MENYEIMBANGKAN BEBAN PADA G.I PLOSO PENYULANG MEGALUH

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang,
Yang Membuat Pernyataan,

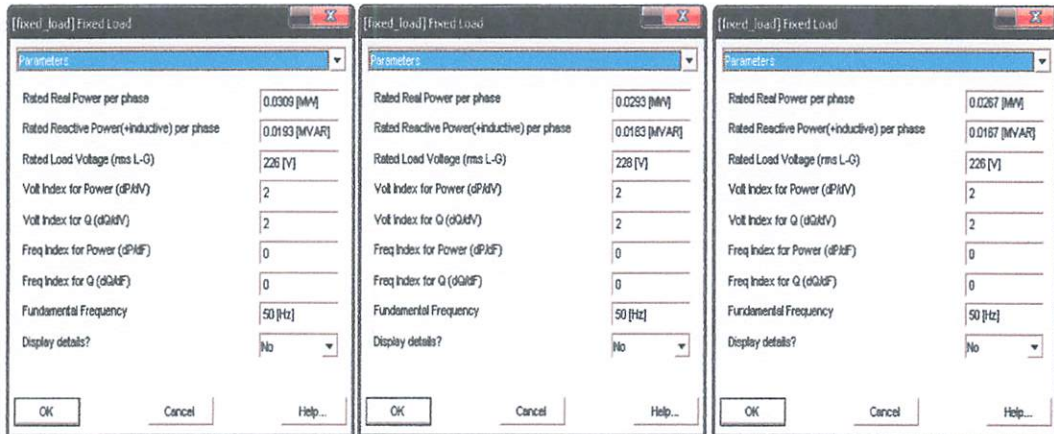
Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT

Catatan :

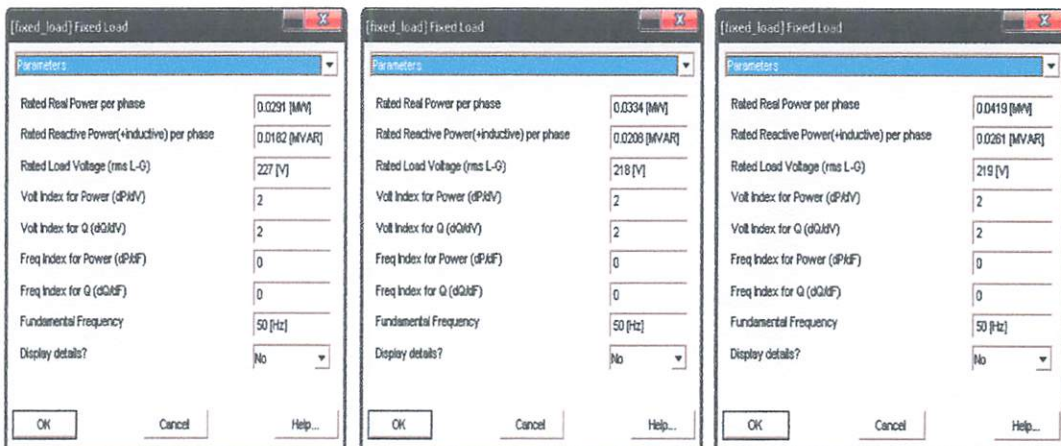
1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. " Coret yang tidak perlu

Form. S - 3b

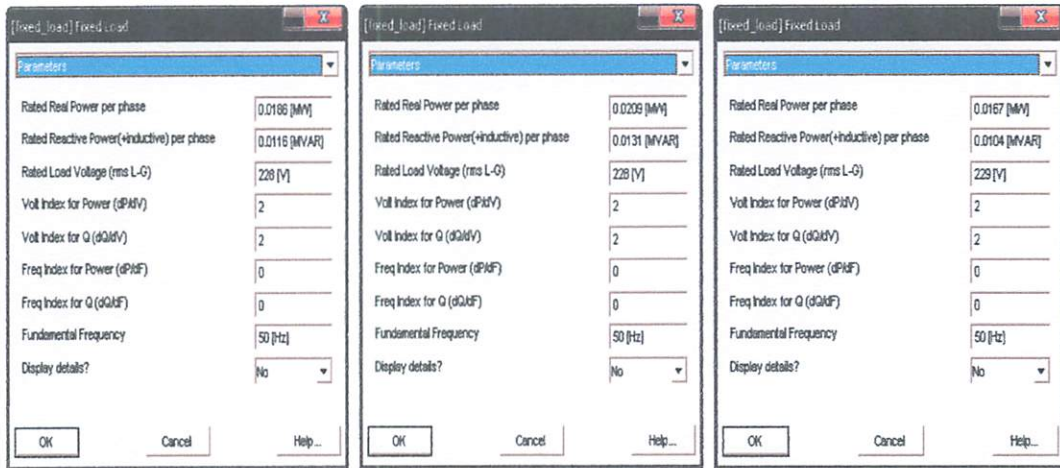
Data Pembebanan Masing-Masing Transformator Distribusi Tiap-Tiap Fasa



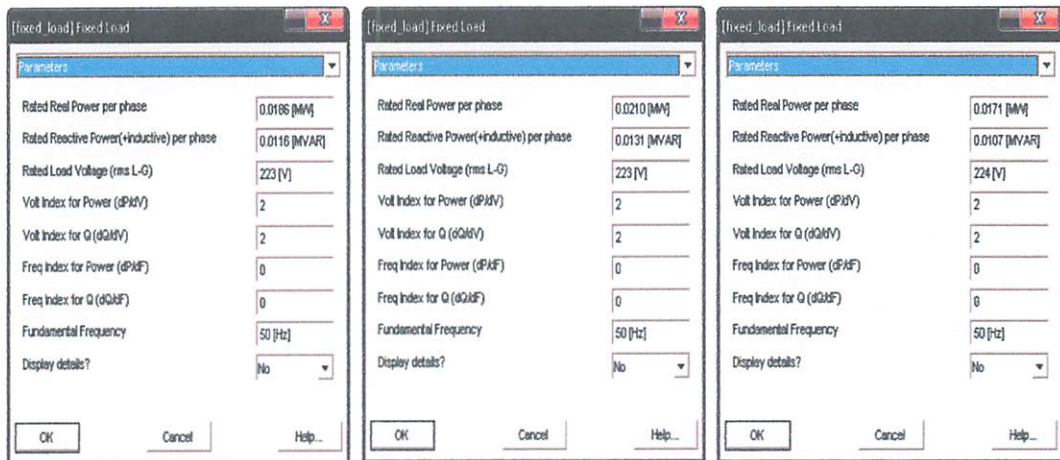
Gambar 1. Data Pembebanan Transformator 89 Untuk Fasa R, S, dan T



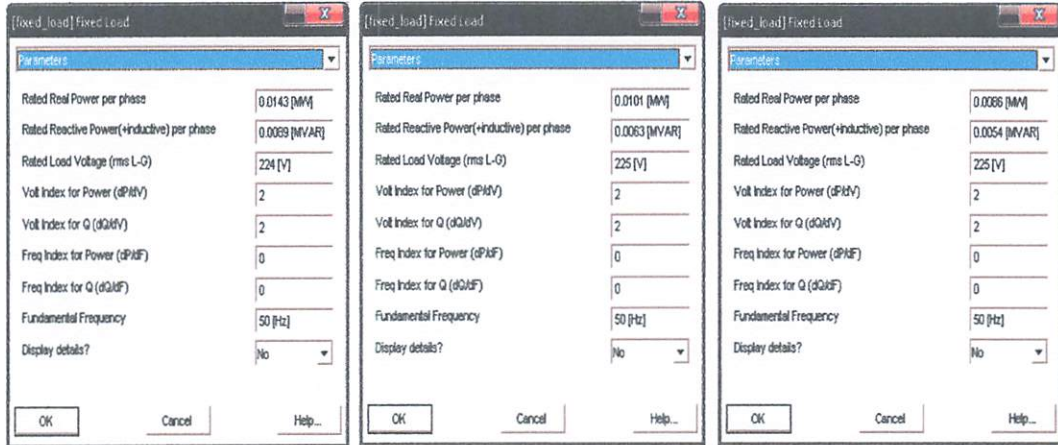
Gambar 2. Data Pembebanan Transformator 90 Untuk Fasa R, S, dan T



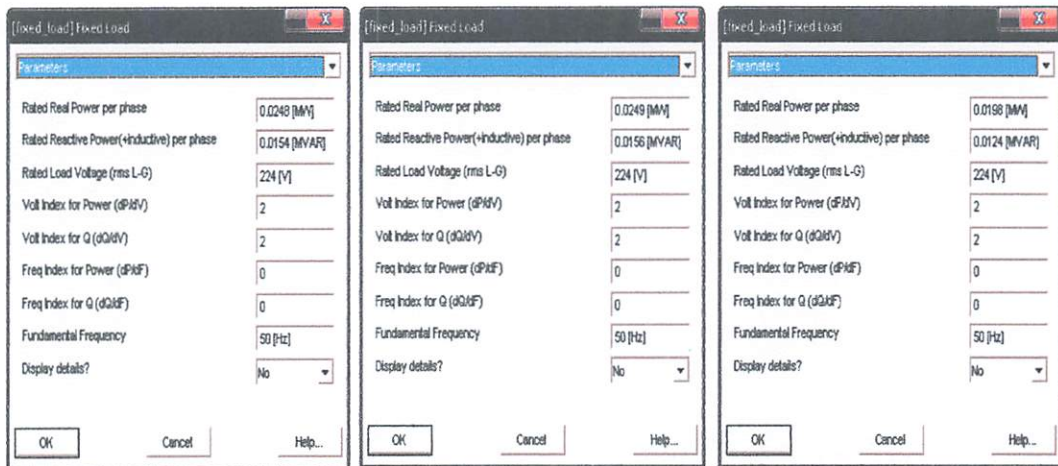
Gambar 3. Data Pembebanan Transformator 468 Untuk Fasa R, S, dan T



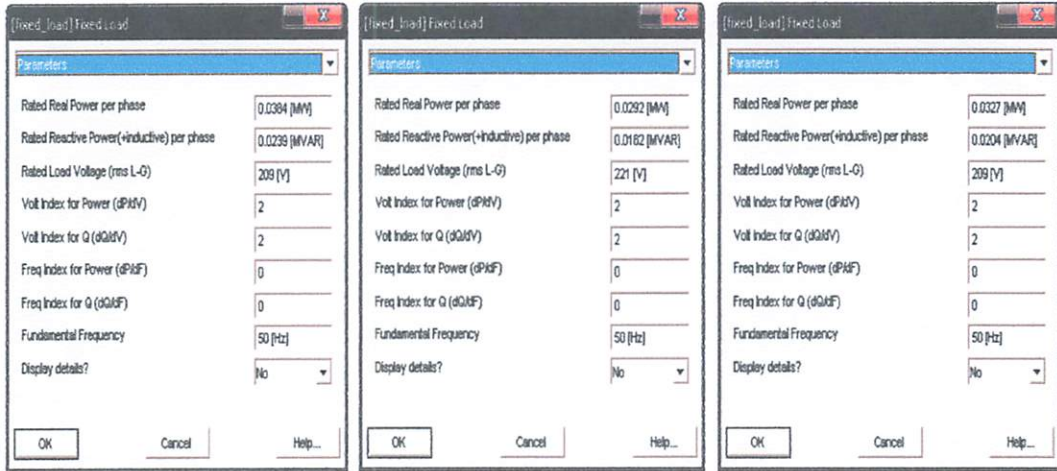
Gambar 4. Data Pembebanan Transformator 91 Untuk Fasa R, S, dan T



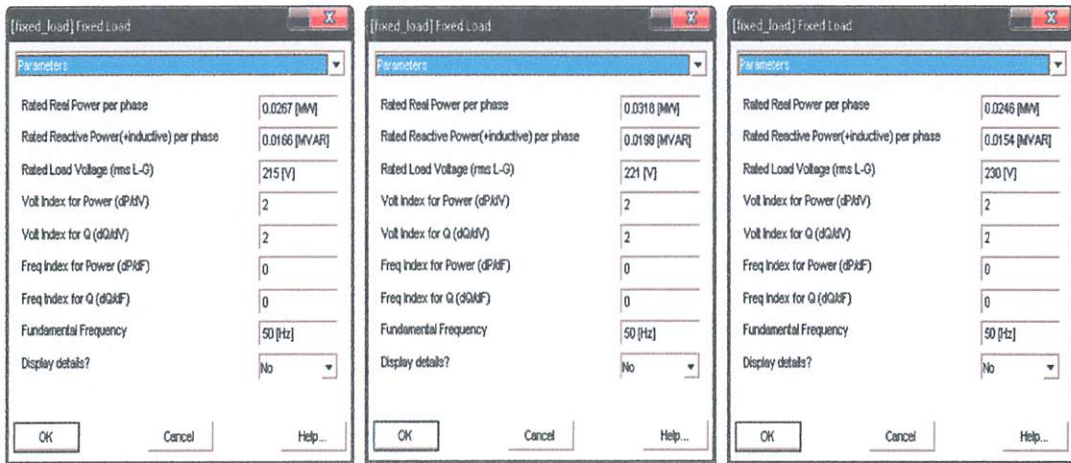
Gambar 5. Data Pembebanan Transformator 92 Untuk Fasa R, S, dan T



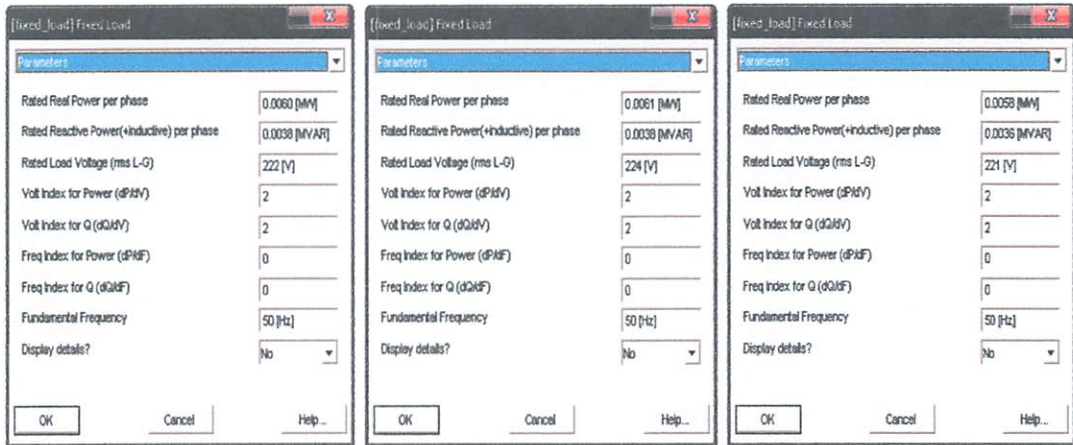
Gambar 6. Data Pembebanan Transformator 93 Untuk Fasa R, S, dan T



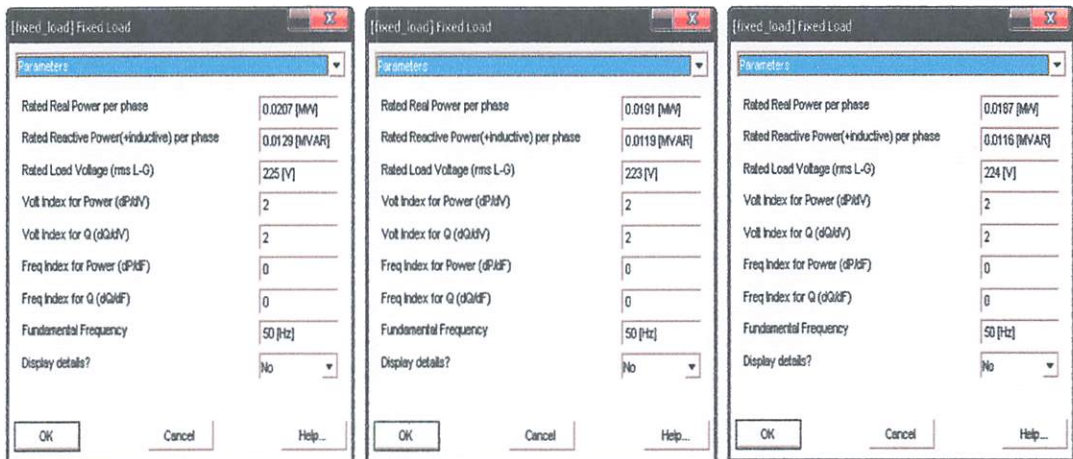
Gambar 7. Data Pembebanan Transformator 242 Untuk Fasa R, S, dan T



Gambar 8. Data Pembebanan Transformator 94 Untuk Fasa R, S, dan T

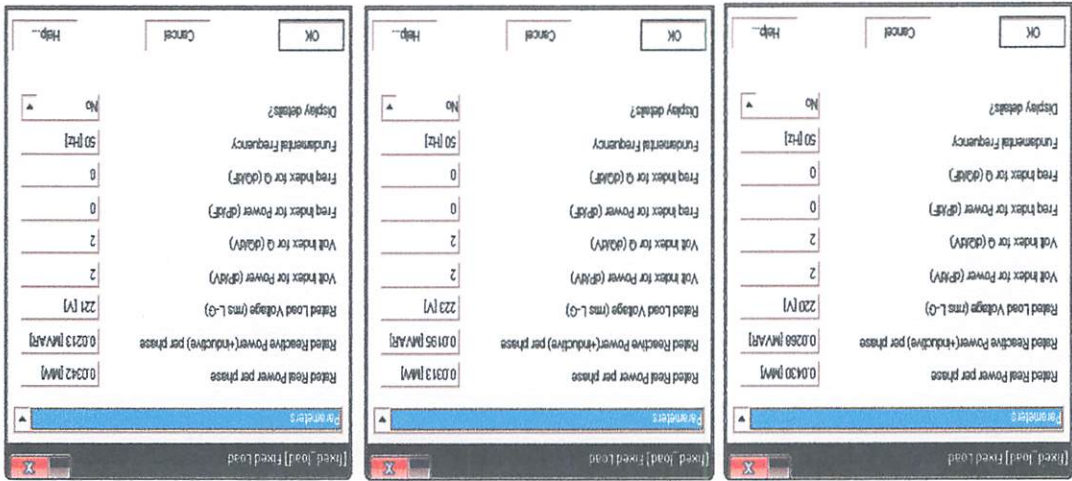


Gambar 9. Data Pembebanan Transformator 180 Untuk Fasa R, S, dan T

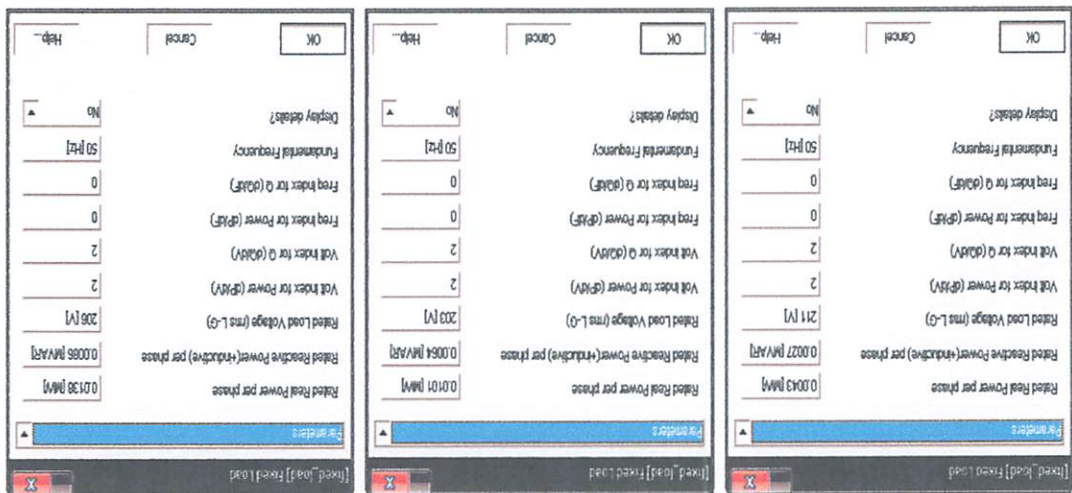


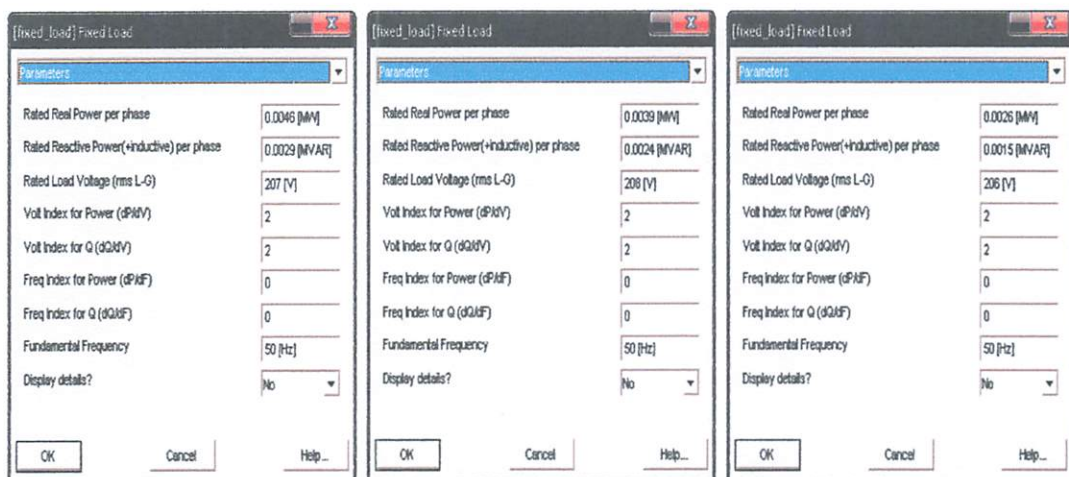
Gambar 10. Data Pembebanan Transformator 274 Untuk Fasa R, S, dan T

Gambar 12. Data Pembebanan Transformator 96 Untuk Fasa R, S, dan T

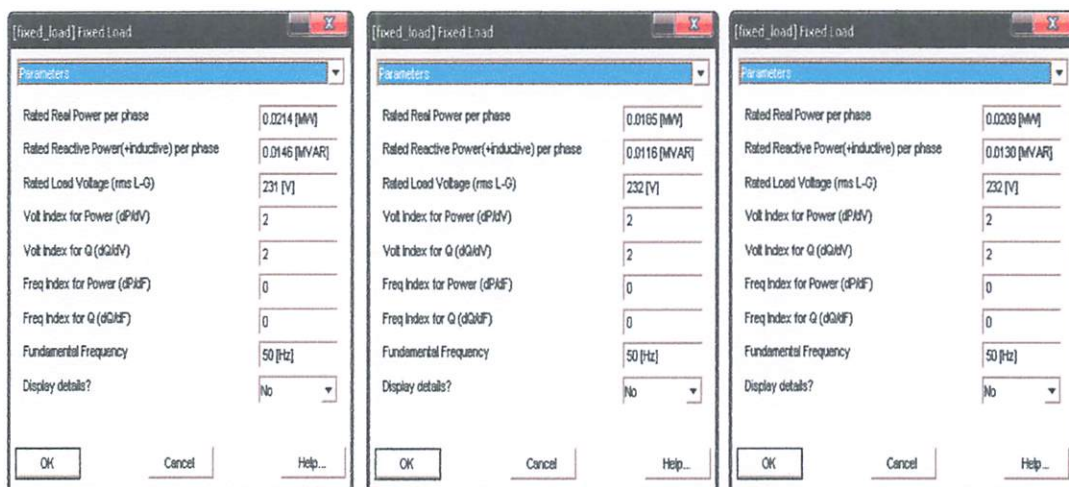


Gambar 11. Data Pembebanan Transformator 95 Untuk Fasa R, S, dan T

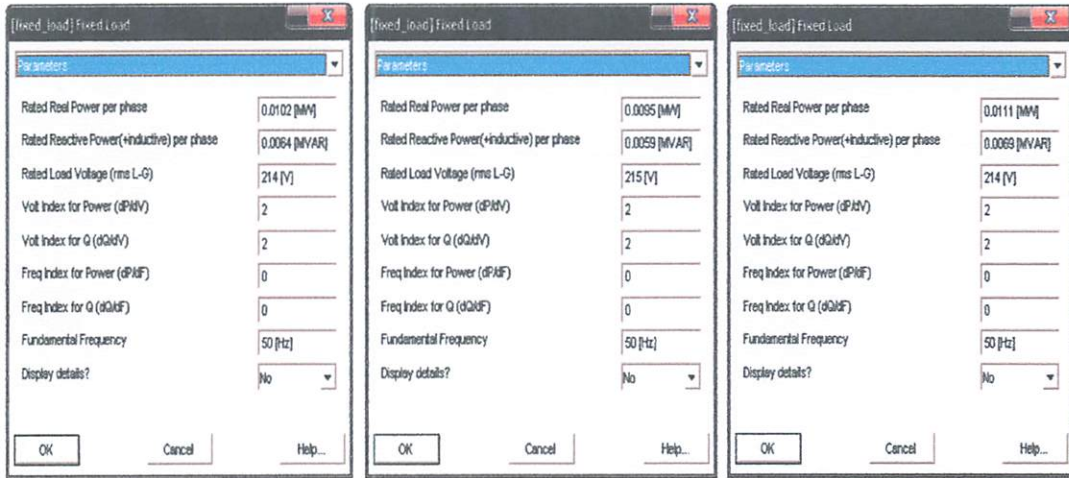




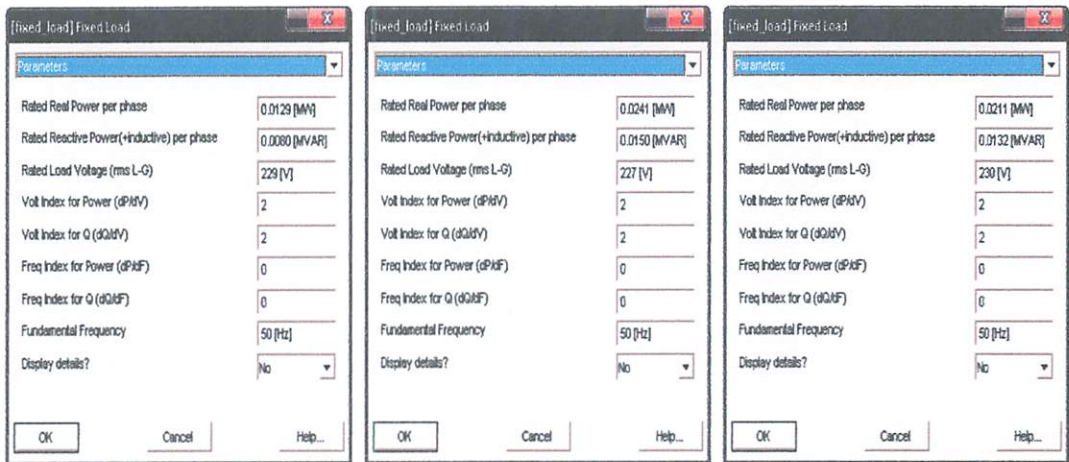
Gambar 13. Data Pembebanan Transformator 388 Untuk Fasa R, S, dan T



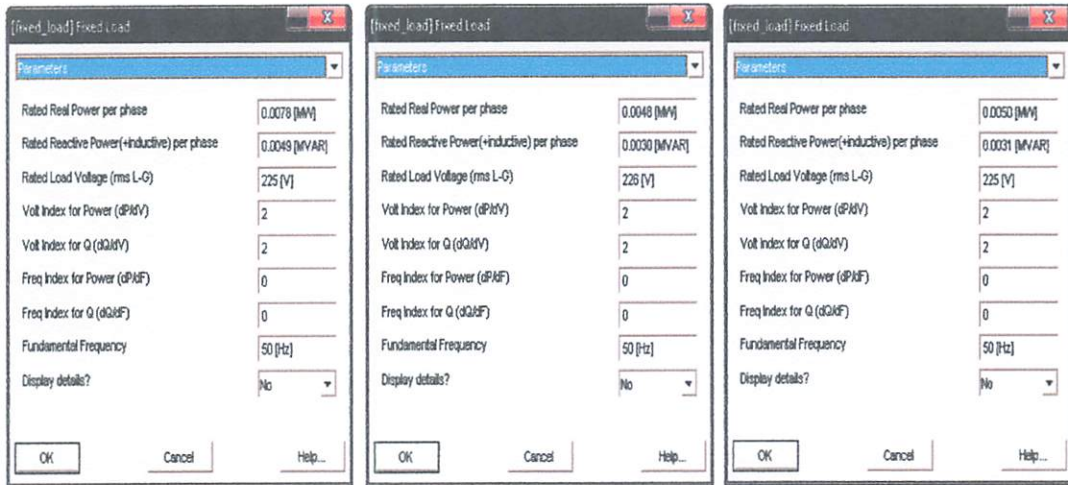
Gambar 14. Data Pembebanan Transformator 174 Untuk Fasa R, S, dan T



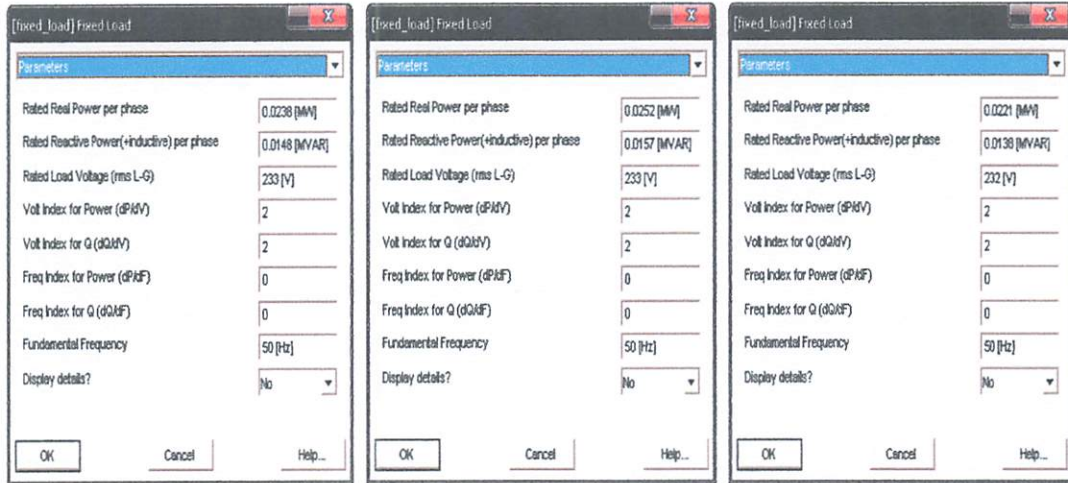
Gambar 15. Data Pembebanan Transformator 338 Untuk Fasa R, S, dan T



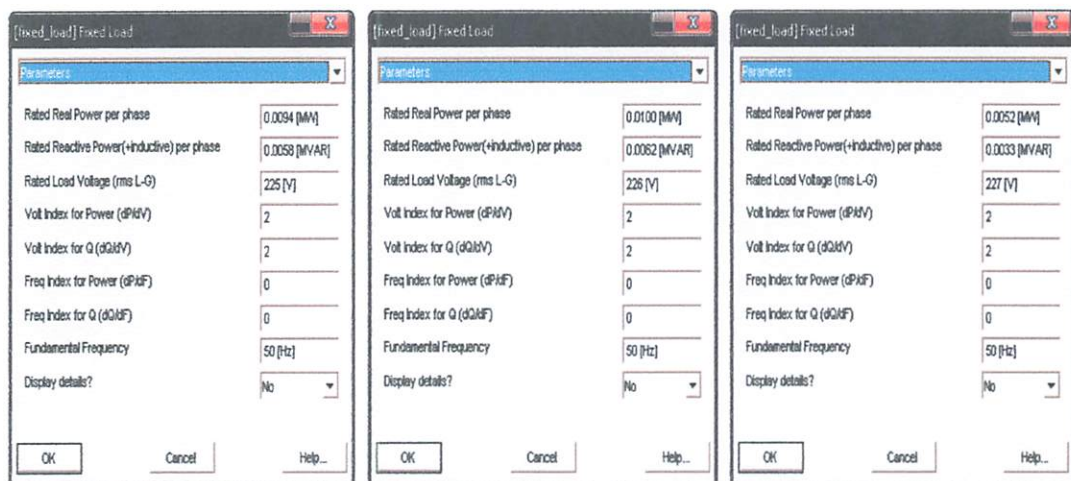
Gambar 16. Data Pembebanan Transformator 446 Untuk Fasa R, S, dan T



Gambar 17. Data Pembebanan Transformator 249 Untuk Fasa R, S, dan T



Gambar 18. Data Pembebanan Transformator 243 Untuk Fasa R, S, dan T



Gambar 19. Data Pembebanan Transformator 209 Untuk Fasa R, S, dan T

Listing Program Fuzzy Pada Software MATLAB 6.5.0.

```
function [TLImpedInv,TLAdmit] = TLParameters(ntl,tlresisp,tlreacp,...
    tlcondp, tlsuscepp, tlresisz,tlreacz,tlcondz,tlsuscepz)

% Transmission line parameters

TLImpedInv = zeros(3,3,ntl);
TLAdmit = zeros(3,3,ntl);
for kk = 1 : ntl
    Zself = ((tlresisz(kk)+ tlreacz(kk)*i) + 2*(tlresisp(kk) + tlreacp...
        (kk)*i))/3;
    Zmutual = ((tlresisz(kk) + tlreacz(kk)*i)-(tlresisp(kk) + tlreacp...
        (kk)*i))/3;
    Yself = ((tlcondz(kk) + tlsuscepz(kk)*i) + 2*(tlcondp(kk) + ...
        tlsuscepp (kk)*i))/3;
    Ymutual = ((tlcondz(kk) + tlsuscepz(kk)*i)-(tlcondp(kk) + tlsuscepp...
        (kk)*i))/3;
    for ii = 1 : 3
        for jj = 1 : 3
            if ii == jj
                TLImpedInv(ii,jj,kk) = Zself;
                TLAdmit(ii,jj,kk) = Yself;
            else
                TLImpedInv(ii,jj,kk) = Zmutual;
                TLAdmit(ii,jj,kk) = Ymutual;
            end
        end
    end
end
```

```

    end

    imped = TLImpedInv(1:3,1:3,kk);
    imped2 = inv(imped);
    TLImpedInv(1:3,1:3,kk) = imped2;
end

function [YR,YI] = YBus3Ph(nbb,ntl,tlsend,tlrec,TLImpedInv,...
    TLAdmit)
% Set up YY
YY = zeros(nbb*3,nbb*3);
% Transmission lines contribution
for kk = 1 : ntl
    ii = (tlsend(kk)-1)*3 + 1;
    jj = (tlrec(kk)-1)*3 + 1;
    YY(ii:ii + 2,ii:ii + 2) = YY(ii:ii + 2,ii:ii + 2) + ...
        TLImpedInv(:, :,kk) + 0.5*TLAdmit(:, :,kk);
    YY(ii:ii + 2,jj:jj + 2) = YY(ii:ii + 2,jj:jj + 2) - TLImpedInv(:, :,kk);
    YY(jj:jj + 2,ii:ii + 2) = YY(jj:jj + 2,ii:ii + 2) - TLImpedInv(:, :,kk);
    YY(jj:jj + 2,jj:jj + 2) = YY(jj:jj + 2,jj:jj + 2) + ...
        TLImpedInv(:, :,kk) + 0.5*TLAdmit(:, :,kk);
end
YR = real(YY);
YI = imag(YY);
function [VM,VA,it] = NewtonRaphson3Ph(nmax,tol,itmax,ngn,ntl,...
    tsend, tlrec,nld,nbb,bustype,genbus,loadbus,PGEN,QGEN,QMAX,QMIN,...
    PLOAD,QLOAD,YR, YI,TLImpedInv,TLAdmit, VM,VA)
% GENERAL SETTINGS

```

```

D = zeros(1,nmax*3);
flag = 0;
it = 1;
% CALCULATE NET POWERS
[PNET,QNET] = NetPowers3Ph(nbb,ngn,nld,genbus,loadbus,PGEN,QGEN,...
    PLOAD,QLOAD);
while ( it <= itmax & flag==0 )
    % CALCULATED POWERS
    [PCAL,QCAL] = CalculatedPowers3Ph(nbb,ntl, tsend,tlrec,VM,VA,...
        TLImpedInv,TLAdmit);
    % POWER MISMATCHES
    [DPQ,flag] = PowerMismatches3Ph(nmax,nbb,tol,bustype,flag,PNET,...
        QNET, PCAL,QCAL);
    if flag == 1,
        break;
    end
    % JACOBIAN FORMATION
    [JAC] = NewtonRaphsonJacobian3Ph(nmax,nbb,bustype,PCAL,QCAL,VM,...
        VA,YR, YI);
    % SOLVE FOR THE STATE VARIABLES VECTOR
    D = JAC\DPQ';
    % UPDATE STATE VARIABLES
    [VA,VM] = StateVariablesUpdates3Ph(nbb,D,VA,VM);
    it = it + 1;
end
function [PNET,QNET] = NetPowers3Ph(nbb,ngn,nld,genbus,loadbus,...

```

```

    PGEN,QGEN, PLOAD,QLOAD);
% CALCULATE NET POWERS
PNET = zeros(1,nbb*3);
QNET = zeros(1,nbb*3);
for ii = 1 : ngn
    for jj = 1 : 3
        PNET((genbus(ii)-1)*3 + jj) = PNET((genbus(ii)-1)*3 + jj) + ...
            PGEN(ii,jj);
        QNET((genbus(ii)-1)*3 + jj) = QNET((genbus(ii)-1)*3 + jj) + ...
            QGEN(ii,jj);
    end
end
for ii = 1 : nld
    for jj = 1 : 3
        PNET((loadbus(ii)-1)*3 + jj) = PNET((loadbus(ii)-1)*3 + jj) - ...
            PLOAD(ii,jj);
        QNET((loadbus(ii)-1)*3 + jj) = QNET((loadbus(ii)-1)*3 + jj) - ...
            QLOAD(ii,jj);
    end
end
function [PCAL,QCAL] = CalculatedPowers3Ph(nbb,ntl,tlsend,tlrec,...
    VM,VA, TLImpedInv,TLAdmit);
% Include all entries
PQsend = zeros(ntl,3);
PQrec = zeros(ntl,3);
PQloss = zeros(ntl,3);

```

```

for iii = 1 : ntl
    Vsend = ( VM(tlsend(iii),:).*cos(VA(tlsend(iii),:)) + ...
        VM(tlsend(iii),:).*sin(VA(tlsend(iii),:))*i );
    Vrec = ( VM(tlrec(iii),:).*cos(VA(tlrec(iii),:))+...
        VM(tlrec(iii),:).*sin(VA(tlrec(iii),:))*i );
    for jj = 1 : 5
        if jj < 4
            PQsend(iii,jj) = Vsend(1,jj)*(conj(-TLImpedInv(jj,:,iii)) *...
                (Vrec(1,:))' + conj(TLImpedInv(jj,:,iii) + 0.5*...
                TLAdmit(jj,:,iii))*(Vsend(1,:))');
            PQrec(iii,jj) = Vrec(1,jj)*(-conj(TLImpedInv(jj,:,iii))* ...
                (Vsend(1,:))' + conj(TLImpedInv(jj,:,iii) + 0.5*...
                TLAdmit(jj,:,iii))* (Vrec(1,:))');
        elseif jj==4
            PQsend(iii,jj) = tlsend(iii); PQrec(iii,jj) = tlrec(iii);
        else
            PQsend(iii,jj) = tlrec(iii); PQrec(iii,jj) = tlsend(iii);
        end
        PQloss = PQsend - PQrec;
    end
end
PCAL1=zeros(nbb,3);
for ii = 1 : nbb
    for jj = 1:ntl
        if PQsend(jj,4) == ii
            PCAL1(ii,:) = PCAL1(ii,:) + PQsend(jj,1:3);
        end
    end
end

```

```

        end
        if PQrec(jj,4) == ii
            PCAL1(ii,:) = PCAL1(ii,:) + PQrec(jj,1:3);
        end
    end
end

end

for ii = 1 : nbb
    PCAL2(1,3*ii-2:ii*3)=PCAL1(ii,:);
end

PCAL = real(PCAL2);
QCAL = imag(PCAL2);
function [DPQ,flag] = PowerMismatches3Ph(nmax,nbb,tol,bustype,...
    flag,PNET,QNET,PCAL,QCAL);
% POWER MISMATCHES
DPQ = zeros(1,nmax);
DP = PNET - PCAL;
DQ = QNET - QCAL;
% To remove the active and reactive powers contributions of the slack
% bus and reactive power of all PV buses
kk = 1;
for ii = 1 : nbb
    for jj = 1 : 3
        if (bustype(ii) == 1 )
            DP(kk) = 0;
            DQ(kk) = 0;
        elseif (bustype(ii) == 2 )

```

```

        DQ(kk) = 0;
    end
    kk = kk+1;
end
end
% Re-arrange mismatch entries
kk = 1;
for ii = 1 : nbb
    for jj = 1 : 3
        DPQ((ii-1)*3 + kk) = DP(kk);
        DPQ((ii-1)*3 + kk + 3) = DQ(kk);
        kk = kk + 1;
    end
end
% Check for convergence
for ii = 1 : nbb*6
    if (abs(DPQ) < tol)
        flag = 1;
    end
end
function [JAC] = NewtonRaphsonJacobian3Ph(nmax,nbb,bustype,PCAL,QCAL,...
    VM,VA, YR,YI);
% JACOBIAN FORMATION - Include all entries
JAC = zeros(nmax,nmax);
iii = 1;
for ii = 1 : nbb

```

```

kk = (ii-1)*3 + 1;
jjj = 1;
for jj = 1 : nbb
    ll = (jj-1)*3 + 1;
    if ii == jj
        for mm=1:3;
            for nn=1:3;
                if nn==mm
                    JAC(iii + mm-1, jjj + nn-1) = - QCAL(kk + mm-1) - VM(ii,mm)...
                        ^2*YI(kk + mm-1, kk + mm-1);
                    JAC(iii + mm-1, 3 + jjj + nn-1) = PCAL(kk + mm-1) + ...
                        VM(ii,mm)^2*YR(kk + mm-1, kk + mm-1);
                    JAC(iii + 3 + mm-1, jjj + nn-1) = PCAL(kk + mm-1) - VM(ii,mm)...
                        ^2*YR(kk + mm-1, kk + mm-1);
                    JAC(iii + 3 + mm-1, jjj + 3 + nn-1) = QCAL(kk + mm-1) - ...
                        VM(ii,mm)^2*YI(kk + mm-1, kk + mm-1);
                else
                    JAC(iii + mm-1, jjj + nn-1) = VM(ii,mm)*VM(ii,nn)*(YR(kk + ...
                        mm-1, kk + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(ii,nn))-YI(kk + mm-1, ...
                        kk + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(ii,nn)));
                    JAC(iii + mm-1, 3 + jjj + nn-1) = VM(ii,mm)*VM(ii,nn)*...
                        (YR(kk + mm-1, kk + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(ii,nn))+YI(kk + ...
                        mm-1, kk + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(ii,nn)));
                    JAC(iii + 3 + mm-1, jjj + nn-1) = -VM(ii,mm)*VM(ii,nn)*...
                        (YR(kk + mm-1, kk + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(ii,nn))+YI(kk + ...
                        mm-1, kk + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(ii,nn)));
                end
            end
        end
    end
end

```



```

    JAC(iii + 3 + mm-1, jjj + 3 + nn-1) = VM(ii,mm)*VM(ii,nn)...
        *(YR(kk + mm-1, kk + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(ii,nn))-YI...
        (kk + mm-1, kk + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(ii,nn)));
    end
end
end
else
    for mm=1:3;
        for nn=1:3;
            JAC(iii + mm-1, jjj + nn-1) = VM(ii,mm)*VM(jj,nn)*(YR(kk + ...
                mm-1, ll + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)) - YI(kk + mm-1, ...
                ll + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)));
            JAC(iii + mm-1, 3 + jjj + nn-1) = VM(ii,mm)*VM(jj,nn)*(YR(kk + ...
                mm-1, ll + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)) + YI(kk + mm-1, ll...
                + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)));
            JAC(iii + 3 + mm-1, jjj + nn-1) = -VM(ii,mm)*VM(jj,nn)*(YR(kk + ...
                mm-1, ll + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)) + YI(kk + mm-1, ll...
                + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)));
            JAC(iii + 3 + mm-1, jjj + 3 + nn-1) = VM(ii,mm)*VM(jj,nn)...
                *(YR(kk + mm-1, ll + nn-1)*sin(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)) - YI(kk + ...
                mm-1, ll + nn-1)*cos(VA(ii,mm)-VA(jj,nn)));
        end
    end
end
    jjj = jjj + 6;
end

```

```

    iii = iii + 6;
end
% Delete the voltage magnitude and phase angle equations of the slack
% bus and voltage magnitude equations corresponding to PV buses
for kk = 1 : nbb
    if (bustype(kk) == 1)
        ll = (kk-1)*6 + 1;
        for ii = ll : ll + 2
            for jj = 1 : 6*nbb
                if ii == jj
                    JAC(ii,ii) = 1;
                else
                    JAC(ii,jj) = 0;
                    JAC(jj,ii) = 0;
                end
            end
        end
    end
end
end
if (bustype(kk) == 1) | (bustype(kk) == 2)
    ll = (kk-1)*6 + 1;
    for ii = ll + 3 : ll + 5
        for jj = 1 : 6*nbb
            if ii == jj
                JAC(ii,ii) = 1;
            else JAC(ii,jj) = 0;
                JAC(jj,ii) = 0;
            end
        end
    end
end
end

```

```

        end
    end
end
end
end
function [VA,VM] = StateVariablesUpdates3Ph(nbb,D,VA,VM)
for ii = 1 : nbb
    iii = (ii-1)*6 + 1;
    for jj = 1 : 3
        VA(ii,jj) = VA(ii,jj) + D(iii);
        VM(ii,jj) = VM(ii,jj) + D(iii + 3)*VM(ii,jj);
        iii = iii + 1;
    end
end
end
function [PQsend,PQrec,PQloss] = PowerFlows3Ph(nbb,ntl,tlsend,...
    tlrec,VM, VA,TLImpedInv,TLAdmit);
% Include all entries
PQsend = zeros(ntl,3);
PQrec = zeros(ntl,3);
PQloss = zeros(ntl,3);
for iii = 1 : ntl
    Vsend = ( VM(tlsend(iii),:).*cos(VA(tlsend(iii),:)) + ...
        VM(tlsend(iii),:).*sin(VA(tlsend(iii),:))*i );
    Vrec = ( VM(tlrec(iii),:).*cos(VA(tlrec(iii),:)) + ...
        VM(tlrec(iii),:).*sin(VA(tlrec(iii),:))*i );
    for jj = 1 : 3

```

```

PQsend(iii,jj) = Vsend(1,jj)*(conj(-TLImpedInv(jj,:,iii))...
    *(Vrec(1,:))' + conj(TLImpedInv(jj,:,iii) + ...
    0.5*TLAdmit(jj,:,iii) *(Vsend(1,:))');
PQrec(iii,jj) = Vrec(1,jj)*(-conj(TLImpedInv(jj,:,iii))* ...
    (Vsend(1,:))' + conj(TLImpedInv(jj,:,iii) + ...
    0.5*TLAdmit(jj,:,iii) *(Vrec(1,:))');

end

PQloss = PQsend + PQrec;

end

% General parameters
itmax=10; tol=1e-12; nmax=6*nbb;

[TLImpedInv,TLAdmit] = TLParameters(ntl,tresisp,treacp,tlcondp,...
    tlsuscepp,tresisz,treacz,tlcondz,tlsuscepz);
[YR,YI] = YBus3Ph(nbb,ntl,tlsend,tlrec,TLImpedInv,TLAdmit);
[VM,VA,it] = NewtonRaphson3Ph(nmax,tol,itmax,ngn,ntl,tlsend,tlrec,...
    nld,nbb,bustype,genbus,loadbus,PGEN,QGEN,QMAX,QMIN,PLOAD,QLOAD,...
    YR,YI, TLImpedInv,TLAdmit,VM,VA);
[PQsend,PQrec,PQloss] = PowerFlows3Ph(nbb,ntl,tlsend,tlrec,VM,VA,...
    TLImpedInv,TLAdmit);

VV = [];
for ii=1:nbb
    VV = [VV;VM(ii,:)];
end
IR = YR*VV;
IA = YI*VV;

```

```

II = IR + j*IA;
I(:,1) = IR(1:3:3*nbb);
I(:,2) = IR(2:3:3*nbb);
I(:,3) = IR(3:3:3*nbb);
arus=load('RST.txt'); %Load data trafo
Trafo=arus(:,1); %Mendapatkan nama trafo
IR = I(:,1); %Arus I pada fasa R
IS = I(:,2); %Arus I pada fasa S
IT = I(:,3); %Arus I pada fasa T

III=(IR+IS+IT)/3; %Perhitungan nilai I
a=zeros(length(Trafo),1);
b=zeros(length(Trafo),1);
c=zeros(length(Trafo),1);

for ii=1:length(Trafo)
    a(ii,1)=IR(ii)/III(ii);
    b(ii,1)=IS(ii)/III(ii);
    c(ii,1)=IT(ii)/III(ii);
end

Prosen=zeros(length(Trafo),1);
for ii=1:length(Trafo)
    Prosen(ii,1)=(abs(a(ii,1)-1)+abs(b(ii,1)-1)+abs(c(ii,1)-1))/3*100;
end

seimbang=[0 0 0.25 0.5]; %dikodekan menjadi 1
type_seimbang='trapmf';
antara_seimbang_dan_tdk=[0.25 0.5 0.75]; %dikodekan menjadi 2

```

```

type_antara_seimbang_dan_tdk='trimf';
tdk_seimbang=[0.5 0.75 1 1]; %dikodekan menjadi 3
type_tdk_seimbang='trapmf';

fis=readfis('converter.fis');
Hasil=zeros(length(Trafo),1);
Nilai=zeros(length(Trafo),1);
Kode=zeros(length(Trafo),1);
for ii=1:length(Trafo)
    Hasil(ii,1)=evalfis(Prosen(ii,1),fis);
    M=[evalmf(Hasil(ii,1),seimbang,type_seimbang)
evalmf(Hasil(ii,1),antara_seimbang_dan_tdk,type_antara_seimbang_dan_tdk)
evalmf(Hasil(ii,1),tdk_seimbang,type_tdk_seimbang)];
    [Nilai(ii,1) Kode(ii,1)]=max(M);
end

disp(' Trafo Dalam Keadaan Seimbang / Tidak, Dengan Pemasangan Konverter');
disp('-----');
disp('| Trafo | a | b | c | Beban(%) | Kode |');
disp('-----');

for m = 1:length(Trafo)
    fprintf('| '), fprintf('%4g', Trafo(m)),fprintf(' |') ,...
    fprintf(' %6.4f', a(m)), fprintf(' |'), fprintf('%8.4f', b(m)),fprintf(' |'),...
    fprintf('%8.4f', c(m)),fprintf(' |'), fprintf(' %8.4f', Prosen(m)),fprintf(' |'),...
    fprintf(' %4g ', Kode(m)),fprintf(' |'),fprintf('\n');
end

disp('-----');
disp('Kode 1 : Beban Seimbang 2 : Antara Seimbang Dan Tidak Seimbang 3 : Beban Tidak Seimbang');

```

```

fprintf('\n');
clear all;
arus=load('RST.txt');    %Load data trafo
Trafo=arus(:,1);        %Mendapatkan nama trafo
N = 19;
for ii=2:N
    PQLOSS(ii,:) = fuzzi(ii);
end
[a,posisi] = min(PQLOSS(:,:));
fprintf('Lokasi terbaik pemasangan konverter saluran sebelum trafo :
'),fprintf('%g',Trafo(posisi(1)));
fprintf('\n');
fprintf('\n');
fuzzi(posisi(1));

```



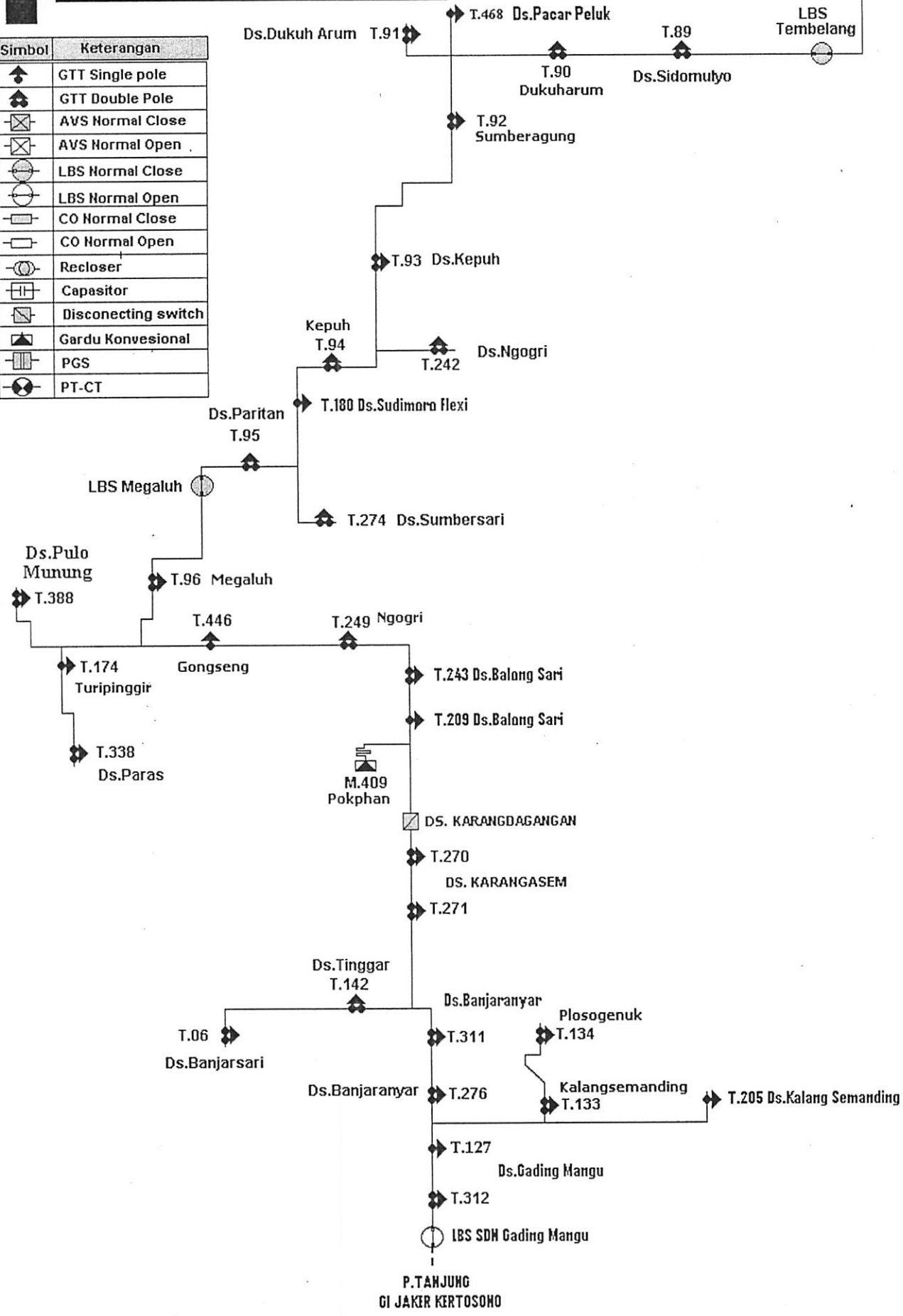
Single Line Diagram

SUTM 20 KV P.Megaluh

Gardu Induk Ploso
(Trafo II 30 MVA)



Simbol	Keterangan
	GTT Single pole
	GTT Double Pole
	AVS Normal Close
	AVS Normal Open
	LBS Normal Close
	LBS Normal Open
	CO Normal Close
	CO Normal Open
	Recloser
	Capasitor
	Disconnecting switch
	Gardu Konvensional
	PGS
	PT-CT



DATA PENGUKURAN BEBAN TRAF0 DAN TEGANGAN UJUNG GARDU DISTRIBUSI 20 KV
 Periode 01 Agustus 2008 sampai dengan 09 Februari 2009

No	Grd	Lokasi	Daya Trafo		Tanggal Pengukuran	Beban PJU		Beban Trafo per Lyne (Ampere)												Beban Total Trafo (Ampere)					I.Nom per Phasa	Tegangan pada Gardu			Beban Total (Kva)	Persen Beban (%)	Teg. Ujung (Volt)
			Jenis	Kva		R	S	Lyne A			Lyne B			Lyne C			Lyne D			R	S	T	N	Rata2		R-N	S-N	T-N			
								R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T												
1	1	Jl KH Wachid Hasyim	TBL	160	7-Nov-08			80	94	106				56	70	70				136	164	176	11	159	231.2	218	218	220	104.09	65.05	200
2	2	Ds Pulo Gg II	3x50	150	22-Dec-08						141	103	141				13	68	48	154	171	189	52	171	216.8	216	228	230	115.48	76.99	198
3	3	Jl Juanda	3x50	150	11-Feb-09						145	106	84				135	85	106	280	191	190	85	220	216.8	225	227	225	149.17	99.44	227
4	4	Taman Merdeka		160	25-Nov-08			151	145	110				51	97	45				202	242	155	75	200	231.2	220	219	220	131.58	82.24	207
5	5	Alun Alun Jombang		160	23-Aug-08						74	23	52				0.2	28	0.6	74	51	53	33	59	231.2	218	220	221	39.06	24.41	201
6	6	Ds Banjar Sari	MGL	100	23-Nov-08			63	54	41				51	64	52				114	118	93	34	108	144.5	217	219	215	70.53	70.53	190
7	7	Jl Gatot Subroto (Pabrik Mie Teni)	3x50	150																180	180	180	40	180	216.8	220	220	220	118.80	79.20	200
8	8	Asrama Yonif 503	PRK	50	21-Nov-08						3	4	0				32	43	46	35	47	46	11	43	72.3	218	219	215	27.82	55.64	210
9	9	Jl KH Hasyim Ashari	KLW	200	20-Sep-08									23	14	27				23	14	27	21	21	289.0	208	208	209	13.33	6.67	199
10	10	Jl Hayam Wuruk (Sisipan)		160	8-Sep-08						141	125	110				16	38	12	157	163	122	64	147	231.2	214	214	213	94.44	59.03	202
11	11	Jl Ampera		200	3-Nov-08			85	45	55	10	45	3	145	180	185	15	45	8	255	315	251	62	274	289.0	215	213	214	175.69	87.85	180
12	12	Ds Tambak Beras		160	25-Oct-08			102	90	81				113	111	75				215	201	156	70	191	231.2	224	224	220	127.37	79.60	203
13	13	Ruko Simpang Tiga		160	13-Nov-08						120	95	65				45	60	59	165	155	124	68	148	231.2	216	220	215	96.35	60.22	205
14	14	Jl KH Wachid Hasyim		200	11-Feb-09			140	92	103				122	142	174				262	234	277	50	258	289.0	213	216	214	165.68	82.84	220
15	15	Jl A Yani		200	23-Aug-08	15		10	26	19	115	67	93	62	69	41	33	20	45	220	197	198	56	205	289.0	215	225	219	135.10	67.55	212
16	16	Jl Yos Sudarso		160	22-Aug-08			101	87	99				76	97	69				177	184	168	60	176	231.2	219	219	218	115.67	72.30	198
17	17	Jl Yos Sudarso		160	31-Oct-08			110	80	100				28	15	29				138	95	129	45	121	231.2	222	221	218	79.76	49.85	212
18	18	Jl KH Hasyim Ashari		200	26-Nov-08			80	85	129				97	98	109				177	183	238	71	199	289.0	235	237	234	140.73	70.36	215
19	19	Jl KH Hasyim Ashari	3x25	75	23-Nov-08	17		26.4	19.9	42.3				37.6	30.4	24.9				81.5	50.3	67.2	10.7	66	108.4	225	230	228	45.30	60.40	183
20	20	Ds Mojosoongo		160	7-Sep-08			107	118	102				44	80	45				151	198	147	48	165	231.2	225	226	223	111.43	69.65	204
21	21	Ds Ceweng		200	19-Dec-08			88	72	82				121	115	142				209	187	224	75	207	289.0	214	217	216	133.71	66.86	187
22	22	Ds Ceweng		200	25-Dec-08			75	55	49				116	120	128				191	175	177	30	181	289.0	227	231	226	123.80	61.90	198
23	23	Ds Kuwaron		200	24-Dec-08			87	44	46				140	185	169				227	229	215	76	224	289.0	217	219	215	145.61	72.80	198
24	24	Jl Kusuma Bangsa		200	13-Jan-09			144	122	149	65	50	50	27	24	23				236	196	222	81	218	289.0	231	234	231	151.73	75.86	200
25	25	Jl dr Soetomo		250	3-Sep-08						120	99	124				138	154	153	256	253	277	77	262	361.3	230	234	231	182.09	72.84	209
26	26	Jl Cipto M Kusuma (Telkom)		630																760	760	760	150	760	910.4	220	220	220	501.60	79.62	200
27	27	Jl Imam Bonjol		160	21-Nov-08			73	69	73							66	123	61	139	192	134	72	155	231.2	216	212	219	100.29	62.68	205
28	28	Jl AR Saleh	3x50	150	21-Aug-08			156	152	161				39	29	30				195	181	191	65	189	216.8	219	220	219	124.36	82.91	210
29	29	Ds Tambak Beras		160	26-Oct-08									185	199	181				185	199	181	58	188	231.2	230	231	230	130.14	81.34	198
30	30	Ds Ploso Geneng		160	21-Aug-08						59	81	65				134	119	131	193	200	196	66	196	231.2	220	216	214	127.62	79.76	207
31	31	Ds Plandi		250	29-Aug-08			104	94	99	90	76	96				154	150	157	348	320	352	97	340	361.3	221	226	270	243.78	97.51	212

DATA PENGUKURAN BEBAN TRAFIO DAN TEGANGAN UJUNG GARDU DISTRIBUSI 20 KV
 Periode 01 Agustus 2008 sampai dengan 09 Februari 2009

No	Grd	Lokasi	Daya Trafio KVA	Tanggal Pengukuran	Beban P1 U		Beban Trafio per Ligne (Ampere)								Beban Total Trafio (Ampere)						J.Nom per Fase	Tegangan pada Gardu			Beban Total (KVA)	Persen Beban (%)	Teg. Ujung (Voll)			
					R	S	Ligne A R	Ligne A S	Ligne A T	Ligne B R	Ligne B S	Ligne B T	Ligne C R	Ligne C S	Ligne C T	Ligne D R	Ligne D S	Ligne D T	R	S		T	N	Rat2				R-N	S-N	T-N
32	32	Dn Gemeng (Sisipan HD018)	160	26-Nov-08				24	31	44								130	145	153	72	133	231.2	221	224	221	88.36	55.22	213	
33	33	Ds Sawahan	3x50	7-Nov-08							100	115	90					155	190	165	62	170	216.8	212	214	215	108.97	72.65	198	
34	34	Pam Plandi (PDAM)	200															240	240	240	50	240	289.0	220	220	220	158.40	79.20	200	
35	35	Ds Balong Besuk	3X50	19-Jan-09							60	39	55					174	148	188	76	170	216.8	221	224	221	113.22	75.84	215	
36	36	Ds Dayu	100	22-Aug-08							101	105	100					101	105	100	37	102	144.5	229	232	229	70.38	70.38	204	
37	37	Ds Sengon	50	22-Sep-08															71	71	61		68	72.3	218	209	209	43.04	86.07	189
38	38	Ds Ngundurjo	160	29-Sep-08							46	49	53					162	159	168	61	163	231.2	216	215	215	105.30	65.81	204	
39	39	Jl Kemuning	125	19-Aug-08														112	173	123	68	136	180.6	226	225	225	91.94	73.55	205	
40	40	Jl Merdeka	250	4-Nov-08														151	145	161	52	152	361.3	226	227	227	103.59	41.43	208	
41	41	Perumda Jombang	160	19-Jan-09							127.3	125	152					167	206	224	126	199	231.2	228	229	227	136.25	85.16	199	
42	42	Ds Cukir	100	1-Dec-08							41	45	59	53	45	62		94	90	121	44	102	144.5	215	217	212	65.47	65.47	200	
43	43	Jl Merdeka	MIP	18-Dec-08														27	22	15	11.3	21	72.3	220	222	221	14.17	28.33	212	
44	44	Jl Sitiwangi	200	8-Nov-08							130	166	170					260	263	269	70	264	289.0	223	221	223	176.09	88.04	198	
45	45	Jl Legend S Parman	3x50	27-Nov-08							39.7	53.8	20.7					142	184	199	54	155	216.8	222	221	223	103.21	68.81	216	
46	46	Jl Willis	75	11-Feb-09														110	87	45	38.4	81	108.4	222	225	225	54.21	72.28	230	
47	47	Ds Sumber Muljo	160	28-Nov-08														118	60	93	34.5	90	231.2	219	221	220	59.66	37.29	212	
48	48	Jl Gatot Subroto	160	10-Dec-08							75	90	85					130	148	150	45	143	231.2	215	214	218	92.31	57.69	214	
49	49	Jl Gatot Subroto	100	10-Dec-08							12	5	26					98	66	114	58.2	92	144.5	223	225	228	61.97	61.97	217	
50	50	Jl Gatot Subroto	200	28-Nov-08							136	171	112					241	265	202	79	236	289.0	225	222	225	158.59	79.30	208	
51	51	Ds Rejoso	200	23-Nov-08							25.6	9.6	33.6					156	152	168	54	159	289.0	214	217	216	102.70	51.35	200	
52	52	Jl Raya Keplak Sari	200	31-Oct-08														237	195	186	135	206	289.0	228	225	228	140.29	70.14	199	
53	53	Jl Tri Buana (Kpi Sri K Jan)	200															240	240	240	50	240	289.0	220	220	220	158.40	79.20	200	
54	54	Jl Raya Peterongan	100	11-Dec-08														84	77	68	23	76	144.5	220	221	220	50.46	50.46	200	
55	55	Ds Sengon	50	28-Aug-08							45	36	21					46	38	23	22	36	72.3	218	234	231	24.36	48.72	215	
56	56	Jl Gatot Subroto (Candra Eriwanto)	160																			0	231.2				0.00	0.00	0	
57	57	Jl Raya Tembelang	100	21-Oct-08							27	1	3					111	76	145	51	111	144.5	219	221	220	73.04	73.04	200	
58	58	Ds Pesantren Tembelang	160	22-Dec-08							42	25	55					99	83	119	70	100	231.2	228	230	226	68.63	42.89	228	
59	59	Mancar (Plastik)	100															120	120	120	30	120	144.5	220	220	220	79.20	79.20	200	
60	60	Jl Gatot Subroto (Plastik Yuni)	160	18-Dec-08														760	760	760	150	760	231.2	220	220	220	501.60	313.50	200	
61	61	Ds Pulio	250	22-Dec-08							140	119	130					301	257	302	88	287	361.3	230	233	230	198.66	79.46	198	
62	62	Jl Kapten Tendean	3X50	28-Sep-08							76	90	85					155	133	115	77	134	216.8	220	222	222	89.20	69.46	213	
63	63	Ds Janbu	50	28-Sep-08															34	24	26		67	72.3	210	218	217	43.22	86.43	216

DATA PENGUKURAN BEBAN TRAF0 DAN TEGANGAN UJUNG GARDU DISTRIBUSI 20 KV
 Periode 01 Agustus 2008 sampai dengan 09 Februari 2009

No	Grd	Lokasi	Daya Trafo		Tanggal Pengukuran	Beban P J U			Beban Trafo per Lyne (Ampere)												Beban Total Trafo (Ampere)					I.Nom per Phasa	Tegangan pada Gardu			Beban Total (Kva)	Persen Beban (%)	Teg. Ujung (Volt)						
			Jenis	Kva		R	S	T	Lyne A			Lyne B			Lyne C			Lyne D			R	S	T	N	Rata2		R-N	S-N	T-N									
									R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T																		
160	155	Ds DP Kejambon		160	5-Oct-08				150	133	117							53	62	39							203	195	156	71	185	231.2	221	222	222	122.80	76.75	198
161	156	Ds DP Kejambon		160	5-Aug-08				126	49	43							28	115	142							154	164	185	61	168	231.2	223	225	223	112.50	70.32	205
162	157	Ds Mejoyo Losari		100	11-Apr-08							49	44	38						69	74	56				118	118	94	47	110	144.5	212	216	212	70.40	70.40	198	
163	157	Ds Mejoyo Losari		100	13-Nov-08							55	41	45				16	79	59							71	120	104	40	98	144.5	231	226	232	67.75	67.75	191
164	158	STM Negeri Jombang		200																							240	240	240	50	240	289.6	220	220	220	158.40	79.20	200
165	159	Ds Temu Wulan (Sepatu)		100	12-Dec-08							95	92	90													95	92	90	47	92	144.5	212	216	212	59.09	59.09	200
166	160	Ds Karang Kletak (Ajinomoto)		50	9-Dec-08							49	44	48													49	44	48	47	47	72.3	212	216	212	30.08	60.16	200
167	161	Ds Godong		100	13-Nov-08							100	85	94				20	24	20							120	109	114	73	114	144.5	214	216	214	73.63	73.63	210
168	162	Ds Godong (Pabrik Plastik)		100																							120	120	120	30	120	144.5	220	220	220	79.20	79.20	200
169	163	Ds Godong		160	13-Nov-08				77	60	102						86	54	81							163	114	183	77	153	231.2	217	224	225	102.12	63.83	210	
170	164	Ds Gempol Legundi		160	9-Feb-09							53	68	76						110	69	85				163	137	161	50	154	231.2	216	224	222	101.73	63.58	203	
171	165	Ds Gambang Gudo		100	22-Nov-08				7	5	3						117	114	106							132	122	106	50	120	144.5	223	222	220	79.80	79.80	209	
172	166	Ds Plumbon Gambang		100	21-Nov-08				25	20	23						112	115	105							137	135	128	41	133	144.5	225	225	230	90.67	90.67	202	
173	167	Usman Indah		1260																											0	1820.8				0.00	0.00	0
174	168	Tambar (Sisipan)		160	9-Nov-08				88	40	89						100	76	100							188	116	189	41	164	231.2	223	229	224	111.09	69.43	201	
175	169	PR Griya Indah		200	2-Dec-08				91	96	104						134	104	143							225	200	247	111	224	289.0	222	224	219	148.96	74.48	202	
176	170	PDAM Plandi Lapangan		100																						120	120	120	30	120	144.5	220	220	220	79.20	79.20	0	
177	171	Ds Badas		100	13-Dec-08				73	80	76						42	44	35							115	124	111	33	117	144.5	214	214	215	75.02	75.02	192	
178	172	Ds Puton	3x50	150	5-Nov-08							132	125	135				78	54	61						210	179	196	59	195	216.8	216	217	219	127.14	84.76	198	
179	173	PT Ervina Ds Jelak		160																						190	190	190	40	190	231.2	220	220	220	125.40	78.38	200	
180	174	Ds Turi Pinggir		100	2-Jan-08				45	21	52						74	50	35							119	71	87	53	92	144.5	206	209	206	57.34	57.34	200	
181	174	Ds Turi Pinggir		100	14-Nov-08				45	39	54						73	55	52							118	94	106	42	106	144.5	231	232	332	84.27	84.27	200	
182	175	Ds Kedung Losari		160	15-Dec-08				66	86	92						80	66	92							146	152	184	51	161	231.2	229	229	228	110.22	68.89	166	
183	176	Ds Kedung Otok		160	5-Dec-08							167	119	137					51	46	53				218	165	190	56	191	231.2	227	227	226	129.88	81.18	180		
184	177	Ds Trawasan		100	6-May-08				18	29	28						87	74	81							105	103	109	40	106	144.5	211	211	208	66.57	66.57	178	
185	177	Ds Trawasan		100	24-Nov-08				15.8	24	18.8						76.3	35.8	76.7							92	60	96	27.6	82	144.5	211	211	208	51.95	51.95	196	
186	178	Ds Sukorejo (Sisipan)		100	20-Oct-08							69	62	56					45	6	53				114	72	106	45	97	144.5	219	221	223	64.53	64.53	200		
187	179	Ds Cangkring Randu (Flexi)		25	10-Feb-09							35	35	35												35	35	35	11	35	36.1	222	224	221	23.35	93.38	210	
188	180	Dsn Sudimoro (Flexi)		25	20-Nov-08							32	32	31												32	32	31	59	32	36.1	222	224	221	21.12	84.49	202	
189	181	JL Brig Kretarto (Sisipan)		100	15-Dec-08							95	95	94												95	95	94	59	95	144.5	222	224	221	63.14	63.14	210	
190	182	JL Patimura Cg 3 (Sisipan)		100	10-Sep-08							58	126	100.2					32	21	19				90	147	119	67.1	119	144.5	226	223	225	80.03	80.03	220		
191	183	Ds Badas (Sisipan)		100	3-Sep-08				32	26	27						20	25	29							52	51	56	19	53	144.5	222	223	222	35.35	35.35	202	

DATA PENGUKURAN BEBAN TRAF0 DAN TEGANGAN UJUNG GARDU DISTRIBUSI 20 KV
 Periode 01 Agustus 2008 sampai dengan 09 Februari 2009

No	Grd	Lokasi	Daya Trafo		Tanggal Pengukuran	Beban P J U			Beban Trafo per Lyne (Ampere)												Beban Total Trafo (Ampere)					I.Nom per Phasa	Tegangan pada Gardu				Beban Total (Kva)	Persen Beban (%)	Teg. Ujung (Volt)		
			Jenis	Kva		R	S	T	Lyne A			Lyne B			Lyne C			Lyne D			R	S	T	N	Kata2		R-N	S-N	T-N						
									R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T															
224	211	Ds Jati Ganggong (Sisipan)		50	4-Dec-08							2	1	2				61	51	58	63	52	60	58	58	72.3	219	219	209	37.74	75.48	200			
225	212	Ds Tembelang (Sisipan Flexi)		100	14-Aug-08										25	25	25	6			31	25	25	62	27	144.5	225	225	225	18.23	18.23	206			
226	213	Ds Sumber Mulyo (Sisipan HD191)		160	9-Sep-08							118	144	137				25	30	24	143	174	161	71	159	231.2	219	219	217	104.36	65.23	199			
227	214	Ds Sumberjo Sisipan		100	4-Dec-08							21	20	41				90	78	75						144.5	221	222	223	72.15	72.15	208			
228	215	Amelia Rosalina Dewi (Plastik)		250																				0	361.3						0.00	0.00	0		
229	216	Anik Dwi Sulastri (Swalayan)		250																				0	361.3						0.00	0.00	0		
230	217	Ds Kepuh Kembeng (Sepatu)		100	4-Feb-09							108	134	130				3	1	0						144.5	218	220	217	82.09	82.09	203			
231	218	Ds Denanyar (Sisipan HD146)		50	16-Sep-08							31	16	65							31	16	65	47	37	72.3	222	223	222	24.90	49.80	215			
232	219	Ds Tanggungan Gudo (Elpiji)		200																				0	289.0						0.00	0.00	0		
233	220	Ds Kayangan (Sisipan HD123)		100	2-Nov-08							45	52	35				4	30	23						144.5	218	213	212	40.51	40.51	211			
234	221	Ds Alang Alang Caruban		160	3-Sep-08										120	151	142				23	31	23	143	182	165	70	163	231.2	219	219	217	106.98	66.86	198
235	222	Ds Pundong		200	3-Sep-08							72	154	85				154	98	165	226	252	250	42	243	289.0	206	209	206	150.70	75.35	182			
236	223	Ds Jati Ganggong	3x25	75	5-Dec-08							37	35	32							37	35	32	19	35	108.4	236	234	233	24.37	32.49	198			
237	224	Ds Sepanyul		160	13-Aug-08							63	65	64				85	86	83	148	151	147	43	149	231.2	228	228	230	101.99	63.74	224			
238	225	Ds Ngembah		100	26-Oct-08							42	37	41				75	62	84						144.5	220	221	221	75.25	75.25	178			
239	226	Ds.Cukir (Sisipan HD042)		100	31-Dec-08							86	85	84				34	35	35						144.5	218	219	221	78.74	78.74	200			
240	227	Ds Jogoroto (Sisipan HD303)		100	17-Dec-08							77	92	96							77	92	96	36	88	144.5	225	224	224	59.45	59.45	200			
241	228	Ds Pesantren (Sisipan HD058)		100	22-Dec-08							32	23	17				25	33	15						144.5	226	220	220	32.19	32.19	217			
242	229	Ds Megaluh (Sisipan HD096)		100	5-Dec-08							40	18	18				13	4	15	53	22	33	34	36	144.5	231	229	230	24.84	24.84	208			
243	230	Ds Pedes		100	16-Nov-08							60	62	59				58	66	65	118	128	124	38	123	144.5	215	212	212	78.81	78.81	200			
244	231	Ds Sukorejo		200	20-Oct-08							35	23	63				177	212	168	211	237	228	68	225	289.0	234	236	233	158.41	79.20	181			
245	232	Ds Mlaras		200	9-Dec-08							137.1	137.1	99.7				83.5	89.9	89.4	221	227	189	51.2	212	289.0	219	218	219	139.23	69.61	206			
246	233	Jl.Kusuma Bangsa (Sisipan HD024)		100	1-Jul-09							40	65	99				30	31	61	70	96	160	51.2	109	144.5	220	222	220	71.94	71.94	210			
247	234	Ds Ngampel		100	2-Oct-08							40	40	33				29	32	28						144.5	216	218	217	43.83	43.83	200			
248	235	Ds Sumber Agung		160	17-Oct-08							78	90	101				69	72	65						231.2	209	210	208	99.28	62.05	201			
249	236	Ds Barong Sawahan		100	19-Nov-08										100	98	125				12	40	38			144.5	213	210	215	87.83	87.83	198			
250	237	Ds Gempol Legundi (Sisipan HD164)		100	16-Dec-08							38	35	32				36	59	77						144.5	232	235	230	64.36	64.36	202			
251	238	Ds Bongkot (Sisipan HD195)		100	11-Dec-08							27	40	41				107	97	77						144.5	229	230	228	89.08	89.08	203			
252	239	Ds Sumberejo	2X50	100	17-Feb-09													50	60	94	50	60	94	45	68	144.5	231	235	233	47.53	47.53	179			
253	240	Ds Jogoroto	3x50	150	20-Nov-08							97	89	82				102	92	79	199	181	161	83	180	216.8	226	227	225	122.27	81.51	204			
254	241	Ds. Jarak Kulon		160	10-Sep-08							54	112	94				68	25	40						231.2	214	214	217	84.50	52.81	190			
255	242	Ds Ngogri		160	17-Aug-08							138	105	127				78	58	57						231.2	209	211	209	118.04	73.78	198			

DATA PENGUKURAN BEBAN TRAFU DAN TEGANGAN UJUNG Gardu Distribusi 20 KV
 Periode 01 Agustus 2008 sampai dengan 09 Februari 2009

No	Grd	Lokasi	Daya Trafo KVA	Tanggal Pengukuran	Beban PJU		Lynne A		Lynne B		Lynne C		Lynne D		Beban Total Trafo (Ampere)				INom per Phasa	Tegangan pada Gardu			Beban Total (KVA)	Persen beban (%)	Teg. Ujung (Voll)			
					R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	T	N	Kat2	R-N		S-N	T-N							
256	243	Ds Balong Sari	160	10-Dec-08			114	126	108			6	1	4			120	127	112	45	120	231.2	233	233	232	83.53	52.20	224
257	244	Ds: Tangaran (Sisipan HD200)	100	11-Jan-09						43	68	64					97	105	119	62	107	144.5	231	229	228	73.62	73.62	210
258	245	Ds: Banjar Dowo (Sisipan HD203)	100	9-Feb-09																0		144.5				0.00	0.00	0
259	249	Ds Ngogri	50	10-Dec-08						41	25	26					41	25	26	31	31	72.3	225	226	225	20.73	41.46	207
260	250	Jl Basuki Rahmad (Sisipan HD065)	100	13-Jan-09						10	20	10					15	26	18	31	20	144.5	229	228	229	13.49	13.49	205
261	263	PR Jatil Jaya Abadi	100	23-Dec-08			26	43	40			62	47	35			88	90	75	45	84	144.5	211	215	213	53.89	53.89	200
262	266	PT Mentari Toys (kolih)	160																	0		231.2				0.00	0.00	0
263	270	Ds Dero Tunggar	100	20-Aug-08			43	29	37			43	50	54			86	79	91	25	85	144.5	205	206	202	52.31	52.31	195
264	271	Ds Karang Asem	100	20-Aug-08			13	11	15			56	57	55			69	68	70	24	69	144.5	200	201	197	41.26	41.26	182
265	272	Ds Tebon	150	3-Aug-08													61	60	65	193	62	72.3	211	212	212	39.37	78.74	199
266	274	Ds Sumber Sari	100	11-Dec-08						108	101	98					108	101	98	29	102	144.5	225	223	224	68.84	68.84	200
267	276	Ds Bacek	75	15-Aug-08								1	1	2			53	63	66	18	61	108.4	222	226	221	40.59	54.11	201
268	279	Bank BCA Jombang	160																	0		231.2				0.00	0.00	0
269	280	BRI Jombang	160																	0		231.2				0.00	0.00	0
270	283	PR Pandan Wangi	100	28-Dec-08								118	115	121			87	99	80	33	89	144.5	230	231	235	61.71	61.71	198
271	289	Jl Perwira	160	29-Oct-08			81	75	60								199	190	181	72	190	231.2	224	225	223	127.68	79.80	200
272	290	Jl Merdeka	160	2-Dec-08						178	179	171					191	194	189	62	191	231.2	221	217	219	125.71	78.57	185
273	291	Jl Gatot Subroto	200	2-Nov-08			13	14	22			201	177	171			141	191	193	71	199	289.0	215	215	217	128.97	64.48	200
274	292	Jl Gatot Subroto	160	3-Nov-08			101	121	98			4	3	3			105	124	101	48	110	231.2	219	217	219	72.05	45.03	212
275	293	Jl Gatot Subroto	50	3-Nov-08						35	31	16					35	31	27	15	31	72.3	218	222	217	20.37	40.73	214
276	294	Pasar Paterongan	200	9-Dec-08						212	129	144					22	234	225	72	227	289.0	219	221	219	149.59	74.80	211
277	295	Jl Raya Paterongan	160	11-Aug-08						92	82	48					84	149	88	60	138	231.2	211	215	212	87.83	54.89	198
278	301	PT Karya Mekar	630																	0		910.4				0.00	0.00	0
279	303	Ds Jogoroto	200	12-Oct-08						109	141	126					180	219	220	79	206	289.0	224	225	222	138.45	69.22	214
280	304	Ds Sughit Waras	100	13-Sep-08			12	64	35			49	13	34			61	77	69	21	69	144.5	215	216	214	44.51	44.51	211
281	306	PG Jombang Baru	200	21-Nov-08								103	111	108			103	111	108	46	107	289.0	223	224	225	72.13	36.06	220
282	307	Jl Pang Sudirman	100	21-Nov-08						72	105	90					8	18	8	32	100	144.5	217	219	217	65.52	65.52	210
283	308	PG Cikar	200																	0		289.0				0.00	0.00	0
284	309	Ds Sumayono	160	16-Oct-08						141	113	114					177	158	171	49	169	231.2	204	206	203	103.39	64.62	178
285	310	PR Mojongpiti	50	27-Dec-08						17	24	27					44	47	56	57	55	72.3	212	209	209	34.44	68.88	202
286	311	Ds Banjar Anyar	100	19-Feb-08			64	68	46			55	42	57			119	110	103	48	111	144.5	222	223	225	74.15	74.15	200
287	312	Ds Candang Mangu	250	3-Oct-08			161	123	131	91	73	87	85	140	91		337	336	309	89	327	361.3	228	224	225	221.60	88.64	212



DATA PENGUKURAN BEBAN TRAFO DAN TEGANGAN UJUNG GARDU DISTRIBUSI 20 KV
 Periode 01 Agustus 2008 sampai dengan 09 Februari 2009

No	Grd	Lokasi	Daya Trafo		Tanggal Pengu- kurang	Beban P J U	Beban Trafo per Lyne (Ampere)												Beban Total Trafo (Ampere)					i.Nom per Phasa	Tegangan pada Gardu			Beban Total (Kva)	Persen Beban (%)	Teg Ujung (Volt)						
			Jenis	Kva			Lyne A			Lyne B			Lyne C			Lyne D			R	S	T	N	Rata2		R-N	S-N	T-N									
							R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T																		
352	447	PR Denanyar		160	27-Oct-08						131	135	122					31	21	53	162	156	175	90	164	231.2	226	226	225	111.25	69.53	202				
353	449	Ds Jelak Ombo (Pabrik Plastik)		160																					0	231.2				0.00	0.00	0				
354	450	Jl Gatot Subroto (Pabrik Plastik)		630																					0	910.4				0.00	0.00	0				
355	451	Mentari Baru (Pabrik Kayu)		2180																					0	3150.3				0.00	0.00	0				
356	452	Ds Diwek (Sisipan)		160	18-Dec-08				53	41	66						148	120	122					201	161	188	40	183	231.2	212	215	209	116.60	72.88	209	
357	453	Ds Ploso Kerep (Pabrik Plastik)		160																						0	231.2				0.00	0.00	0			
358	454	Jl Gatot Subroto (Pabrik Kecap)		200																						0	289.0				0.00	0.00	0			
359	455	PT Cempaka Mas		250	14-Dec-08				50	64	52	5	26	7	17	14	7	55	92	116	127	196	182	88	168	361.3	219	219	221	110.93	44.37	205				
360	456	Ds TB Beras (Sisipan)		160	26-Oct-08												171	155	153						171	155	153	60	160	231.2	231	232	230	110.65	69.16	200
361	457	Ds Budug	3x50	150	11-Dec-08							126	139	126					36	27	54	162	166	180	30	169	216.8	226	226	227	114.98	76.65	155			
362	458	Ds Sembung Perak		100	20-Dec-08							17	50	45					37	35	33	54	85	78	34	72	144.5	226	222	228	48.90	48.90	215			
363	459	Jl Gatot Subroto (PR GM)		630																						0	910.4				0.00	0.00	0			
364	460	Jl Raya TB Beras / Im Haris S		200																						0	289.0				0.00	0.00	0			
365	461	Pendopo Kab Jombang		200	11-Nov-08													238	246	242	238	246	242	80	242	289.0	218	222	221	159.96	79.98	200				
366	462	Pemda Kab Jombang		200																						0	289.0				0.00	0.00	0			
367	463	Jl Merdeka (B-Mart)		100																						0	144.5				0.00	0.00	0			
368	464	PR Yasmin		25	20-Dec-08				17	46	20														17	46	20	15	28	36.1	215	216	213	17.82	71.27	210
369	465	Ds Morosunggingan		100	15-Dec-08							75	67	49					44	43	41	119	110	90	43	106	144.5	229	231	230	73.37	73.37	212			
370	466	Ds Tenganan		100	16-Dec-08				80	47	68				60	40	39								140	87	107	58	111	144.5	224	227	229	75.71	75.71	202
371	467	Ds Jatirejo (Sisipan HD432)		160	21-Dec-08							20	21	20					146	113	136	166	134	156	49	152	231.2	211	215	211	96.82	60.52	193			
372	468	Ds Pacar Peluk		160	25-Dec-08				96	108	86														96	108	86	35	97	231.2	228	229	229	66.31	41.45	194
373	469	Ds Balong Gemek		100	21-Oct-08							72	25	25					43	52	52	115	77	77	39	90	144.5	224	221	224	59.99	59.99	204			
374	470	Polres JL KH Wachid Hasyim		50	9-Nov-08							5	9	12											5	9	12	4	9	72.3	231	232	231	6.01	12.03	218

Jombang, 17 Februari 2009

MAHMUD
 SPV Ops Dist & Yan Tek