

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



**ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN
MENGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT INJECTION
METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA
JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 KV DI G.I PANDAAN**

SKRIPSI



***Disusun Oleh :*
I MADE DARMANTA
02.12.094**

MARET 2008

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN
MENGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT INJECTION
METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA
JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :
I MADE DARMANTA
02.12.094

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT

NIP.Y. 103 9500 274

Ir. I MADE WARTANA, MT

NIP. 131 991 182

**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

ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN

(I Made Darmanta, Nim 02.12.094, Teknik Elektro/T.Energi Listrik S-1)
(Dosen Pembimbing : Ir. I Made Wartana, MT)

Kata Kunci : *Thyristor Controlled Series Compensator (TCSC)*, *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)* dan aliran daya distribusi tipe radial tidak seimbang.

Jaringan distribusi primer tipe radial merupakan tipe jaringan yang banyak digunakan pada sistem distribusi tegangan menengah. Pertumbuhan beban dan perluasan jaringan adalah hal yang biasa terjadi akibat dari permintaan konsumen yang cenderung meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya taraf hidup masyarakat. Namun dengan bertambahnya panjang pada sistem akan menyebabkan rugi-rugi daya yang cukup besar dan penurunan tegangan yang tidak memenuhi standar. Selain itu pada kenyataannya beban yang ada tiap fasa pada sistem tidaklah seimbang.

Seiring berkembangnya teknologi, kemunculan teknologi elektronika daya seperti perangkat *FACTS (Flexible AC Transmission System)* khususnya *TCSC (Thyristor Controlled Series Compensator)* sudah dipahami untuk aplikasi pada sistem transmisi tetapi juga teknologi dapat digunakan pada sistem distribusi tipe radial dengan beban tidak seimbang. Persamaan linier yang sesuai digunakan untuk studi aliran daya adalah *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)*.

Sistem distribusi yang diuji adalah penyulang Kebon Waris dengan 80 bus yang merupakan salah satu penyulang di G.I Pandaan di PT PLN (Persero) cabang Pandaan dan setelah dilakukan pengujian pemasangan TCSC di beberapa saluran yaitu pada saluran paling awal (saluran 2-4), tengah (saluran 43-44), ujung (saluran 40-41) serta pada saluran terpendek (saluran 28-30) dan terpanjang (saluran 20-21) dengan program komputer hasilnya TCSC mampu mereduksi rugi-rugi daya saluran pada fasa R hingga 13.602 %, pada fasa S ; 13.519 % dan pada fasa T ; 13.229 % serta mampu menaikkan tegangan pada fasa R sebesar 0.098 %, pada fasa S ; 0.099 % dan pada fasa T ; 0.101 % pada bus dengan tegangan terendah yaitu pada bus 41 dimana TCSC dipasang pada saluran 2-4 dengan dua kali iterasi dan dengan waktu perhitungan 14.532 detik sampai dengan 14.812 detik.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, “ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN *THREE-PHASE CURENT INJECTION METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATI.AB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 KV DI G.I PANDAAN”.

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

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

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
3. Bapak Ir. I Made Wartana, MT, selaku Dosen Pembimbing.
4. Kedua orang tuaku serta keluarga tercinta yang telah memberi semangat moral maupun material.
5. Semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini hingga selesai, yang tidak dapat saya 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, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK	
2.1. Sistem Distribusi.....	7
2.1.1. Sistem Distribusi Primer.....	8
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder.....	8
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	9

2.3. Sistem Jaringan Distribusi Radial.....	9
2.3.1. Sistem Radial Pohon.....	10
2.3.2. Sistem Radial dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah	11
2.3.3. Sistem Radial dengan Pembagian <i>Phase Area</i>	11
2.3.4. Sistem Radial dengan Beban Terpusat	12
2.4. Saluran Tiga Fasa Tidak Seimbang	13
2.5. Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi	15
2.6. Persamaan Rugi-Rugi Daya.....	15
2.7. Persamaan Aliran Daya	15
2.8. Faktor Daya	16
2.9. Sistem Per-Unit.....	17

BAB III ANALISIS PEMASANGAN TCSC DENGAN TCIM

3.1. Tujuan Studi Aliran Daya	19
3.2. Klasifikasi Bus.....	20
3.2.1. <i>Slack Bus</i> / <i>Swing Bus</i>	20
3.2.2. <i>P-V Bus</i> / <i>Generator Bus</i>	20
3.2.3. <i>P-Q Bus</i> / <i>Load Bus</i>	20
3.3. Aliran daya Injeksi Arus Tiga Fasa	21
3.4. Struktur Matrik Jakobian.....	26
3.5. Model TCSC.....	27
3.6. Algoritma.....	34
3.6.1 Algoritma Pemecahan Masalah.....	34
3.6.2. Algoritma <i>Subroutine</i> Perhitungan TCIM.....	34

**BAB IV STUDI TCSC MENGGUNAKAN TCIM DENGAN SOFTWARE
MATLAB PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 KV DI G.I
PANDAAN**

4.1.	Analisis TCSC Sebagai Kontrol Tegangan Menggunakan <i>Three-Phase Current Injection Method (TCIM)</i>	36
4.2.	<i>Flowchart</i>	38
4.2.1.	<i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah.....	38
4.2.2.	<i>Flowchart Subroutine</i> Perhitungan TCIM.....	39
4.3.	Data Perhitungan	40
4.3.1.	Data saluran.....	40
4.3.2.	Data Pembebanan	44
4.4.	Tampilan Program	45
4.5.	Hasil dan Analisis Hasil.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	65
5.2.	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 : Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Rumah	7
Gambar 2-2 : Sistem Jaringan Distribusi Radial	9
Gambar 2-3 : Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan <i>Tie</i> dan <i>Swicth</i> Pemisah.....	11
Gambar 2-4 : Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan <i>Phase Area</i>	12
Gambar 2-5 : Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan Beban Terpusat.....	13
Gambar 2-6 : Model Saluran Tiga Fasa.....	13
Gambar 2-7 : Segitiga Daya	16
Gambar 3-1 : Sistem Radial.....	26
Gambar 3-2 : Struktru Matrik Jakobian Untuk Sistem pada Gambar 3-1	27
Gambar 3-3 : <i>Thyristor Controlled Series Compensator</i>	27
Gambar 4-1 : <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah.....	38
Gambar 4-2 : <i>Flowchart Subroutine</i> Perhitungan TCIM	39
Gambar 4-3 : Struktur dan Jarak Antar Konduktor	42
Gambar 4-4 : <i>Single Line Diagram</i> penyulang Kebon Waris.....	43
Gambar 4-5 : Tampilan program Matlab.....	45
Gambar 4-6 : Tampilan pemilihan data yang akan dijalankan.....	45
Gambar 4-7 : Tampilan data dan proses penempatan TCSC.....	46
Gambar 4-8 : Tampilan untuk menjalankan program.....	46
Gambar 4-9 : Tampilan hasil program sebelum terpasang TCSC.....	47
Gambar 4-10: Tampilan hasil program setelah terpasang TCSC.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 : Data Penyulang Sistem 20 kV G.I Pandaan.....	40
Tabel 4-2 : Data Saluran Penyulang Kebon Waris.....	41
Tabel 4-3 : Data Pembebanan Penyulang Kebon Waris.....	44
Tabel 4-4 : Kondisi Tegangan dan Sudut Fasa Tegangan Sebelum Dipasang TCSC (<i>Base Case</i>).....	48
Tabel 4-5 : Kondisi Tegangan dan Sudut Fasa Tegangan Sebelum Dipasang TCSC.....	49
Tabel 4-6 : Kondisi Aliran Daya Sebelum Dipasang TCSC.....	53
Tabel 4-7 : Kondisi Aliran Daya Sesudah Dipasang TCSC.....	54
Tabel 4-8 : Rugi-rugi Daya Sebelum Dipasang TCSC.....	55
Tabel 4-9 : Rugi-rugi Daya Sesudah Dipasang TCSC.....	56
Tabel 4-10 : Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 12-13.....	58
Tabel 4-11 : Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 2-4.....	59
Tabel 4-12 : Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 43-44.....	60
Tabel 4-13 : Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 40-41.....	61
Tabel 4-14 : Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 28-30.....	61
Tabel 4-15 : Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 20-21.....	62

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa R.....	51
Grafik 4-2 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa S	51
Grafik 4-3 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa T	52
Grafik 4-4 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 12-13 pada Fasa R, S, T	52
Grafik 4-5 : Total Rugi-rugi Daya Saluran Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 12-13 pada Fasa R, S dan T	59
Grafik 4-6 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 2-4 pada Fasa R, S dan T	60
Grafik 4-7 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 43-44 pada Fasa R, S dan T	60
Grafik 4-8 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 40-41 pada Fasa R, S dan T	61
Grafik 4-9 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 28-30 pada Fasa R, S dan T	62
Grafik 4-10 : Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 20-21 pada Fasa R, S dan T	62
Garfik 4-11 : Total Rugi-rugi Daya Saluran Sebelum dan Sesudah Terpasang di Beberapa Saluran.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke pusat-pusat beban atau konsumen^[8]. Permasalahan yang dihadapi jaringan distribusi adalah bagaimana menyalurkan daya dengan baik pada saat tertentu maupun dimasa yang akan datang. Disamping tersedianya energi listrik yang mencukupi, konsumen juga menuntut peningkatan kualitas energi listrik^[8]. Untuk meningkatkan energi listrik maka perlu dilakukan analisis yang tepat, yaitu analisa aliran daya. Hasil analisa aliran daya memberikan informasi mengenai besar tegangan, aliran daya serta rugi-rugi daya listrik pada sistem tersebut. Perkembangan industri daya listrik sekarang ini telah banyak mengalami kemajuan, bagi para insinyur dan peneliti sistem daya ini dikarenakan terjadinya perubahan radikal di pasar energi, khususnya dalam hal ini bagaimana pengoperasian sistem transmisi dan distribusi listrik tersebut dirancang^[1].

Selain sebagai tambahan untuk tujuan secara ekonomis, kemunculan teknologi elektronika daya seperti perangkat *FACTS (Flexible AC Transmission System)* khususnya *TCSC (Thyristor Controlled Series Compensator)* sudah dipahami untuk aplikasi pada sistem transmisi, tetapi juga teknologi ini diharapkan dapat digunakan pada sistem jaringan distribusi^[1]. Pengaplikasian *TCSC* pada sistem distribusi memerlukan pengembangan model – model yang tepat dan algoritma baru

untuk mensimulasikan karakteristik jaringan listrik tersebut untuk tujuan perencanaan jaringan listrik selanjutnya^[1]. Persamaan linier yang sesuai dipakai adalah *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)* dengan rumusan aliran daya dan pengujian kinerja pada sistem distribusi sebenarnya^[1].

Skripsi ini akan menyajikan perhitungan pada saluran distribusi primer tipe radial yang mempunyai beban tidak seimbang, sehingga hasilnya dapat mengetahui tegangan dan aliran daya setiap fasa dan keadaan sistem setelah terpasang TCSC.

1.2. Rumusan Masalah

Mengingat pentingnya studi aliran daya dalam merencanakan perluasan sistem tenaga dan menentukan operasi terbaik dimana peralatan FACTS khususnya TCSC digunakan untuk sistem distribusi primer 20 kV tipe radial, maka permasalahan yang timbul pada saluran radial adalah :

Seberapa besar pemasangan TCSC sebagai kontrol tegangan pada saluran distribusi 20 kV tipe radial dapat meningkatkan performa sistem sehingga dapat menaikkan transfer daya sekaligus meminimalkan rugi-rugi daya serta memperbaiki profil tegangan.

Dari permasalahan yang timbul di atas maka skripsi ini mengambil judul sebagai berikut :

“ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN”

1.3. Tujuan Penelitian

Memberikan metode alternatif untuk menganalisa peningkatan performa sistem untuk meminimalisir rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan saluran distribusi primer 20 kV tipe radial tidak seimbang dengan pemasangan TCSC yang digabungkan dengan *Three-phase Current Injection Method (TCIM)* sehingga sekaligus dapat meningkatkan tranfer daya dengan bantuan program *software Matlab*.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan mengarah dengan tujuan maka pada skripsi ini perlu dilakukan pembatasan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas masalah ekonomis pemasangan peralatan (TCSC).
2. Dalam simulasi program, untuk melihat efektifitas performa sistem pemasangan TCSC dilakukan secara acak yaitu pada saluran paling awal, tengah, ujung, serta saluran terpendek dan terpanjang.
3. Jaringan distribusi primer yang dibahas adalah penyulang Kebon Waris yang merupakan salah satu *out going* G.I Pandaan di PT. PLN (Persero) cabang Pandaan dengan tujuh buah penyulang.
4. Busbar di G.I Pandaan dianggap sebagai *slack bus* dan simpul-simpul yang ada sepanjang saluran dipandang sebagai *load bus*.
5. Rugi-rugi pada peralatan proteksi dan belitan trafo diabaikan.
6. Sistem dalam keadaan operasi normal.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah :

1. Studi literatur

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

2. Pengumpulan data

a. Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung antara lain :

- Data saluran, meliputi jenis penghantar, luas penampang, tahanan penghantar, jarak antar konduktor dan jarak antar saluran.
- Data pembebanan, meliputi daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) pada tiap-tiap bus.

b. Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini adalah *single line* diagram penyulang.

3. Simulasi dan Pembahasan

Analisa perhitungan tegangan, rugi-rugi daya dan aliran daya pada tiap-tiap saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC menggunakan *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)* yang disimulasikan dengan program komputer yaitu program *software Matlab*.

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Menguraikan sistem jaringan distribusi tegangan menengah, klasifikasi sistem distribusi tenaga listrik dan struktur jaringan distribusi tenaga listrik.

BAB III : ANALISIS PEMASANGAN TCSC DENGAN TCIM

Pada bab ini akan dibahas metode penyelesaian studi aliran daya, analisis TCSC sebagai kontrol tegangan menggunakan *Three-phase Current Injection Method (TCIM)*.

BAB IV : STUDI TCSC MENGGUNAKAN TCIM DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN

Pada bab ini akan dibahas perhitungan aliran daya jaringan distribusi primer 20 kV tipe radial tidak seimbang keadaan sebelum dan sesudah dipasang TCSC menggunakan *Three-phase Current Injection Method (TCIM)* sehingga dapat diketahui besarnya tegangan dan aliran daya serta rugi-rugi daya pada tiap-tiap saluran.

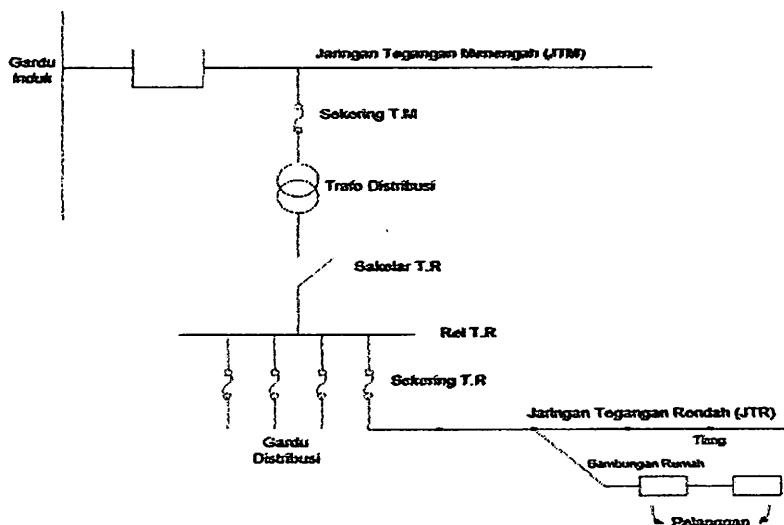
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir yang merupakan intisari dari hasil pembahasan, berisi kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Distribusi^[8]



Gambar 2-1: Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan

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

Jaringan setelah keluar dari G.I biasa disebut jaringan distribusi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, kemudian disalurkan melalui jaringan tegangan rendah untuk selanjutnya disalurkan ke rumah-rumah pelanggan (konsumen) PLN melalui sambungan rumah.

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

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

1. Sistem distribusi primer.
2. Sistem distribusi sekunder.

Pengklasifikasian sistem distribusi tenaga listrik menjadi dua ini berdasarkan tegangan distribusinya.

2.1.1. Sistem Distribusi Primer^[8]

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

2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder^[8]

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

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

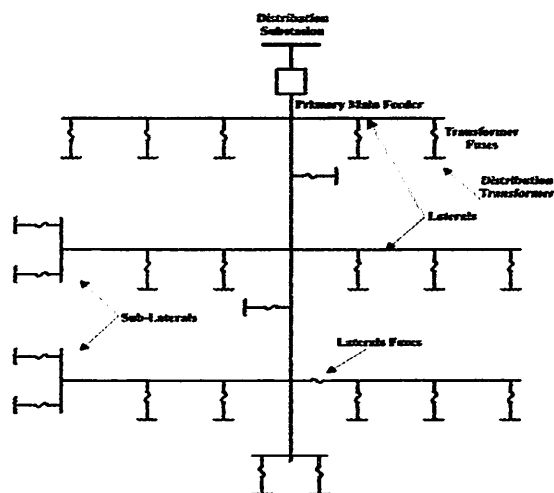
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik^[12]

Ada beberapa bentuk jaringan yang umum dipergunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik yaitu :

1. Sistem jaringan distribusi radial.
2. Sistem jaringan distribusi rangkaian tertutup (loop).
3. Sistem jaringan distribusi mesh.

2.3. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk dasar yang paling sederhana dan paling banyak digunakan. Sistem ini dikatakan radial karena dari kenyataan bahwa jaringan ini ditarik secara radial dari G.I ke pusat-pusat beban/konsumen yang dilayaninya. Sistem ini terdiri dari saluran utama (*tunk line*) dan saluran cabang (*lateral*) seperti pada gambar 2-2.



Gambar 2-2: Sistem Jaringan Distribusi Radial

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

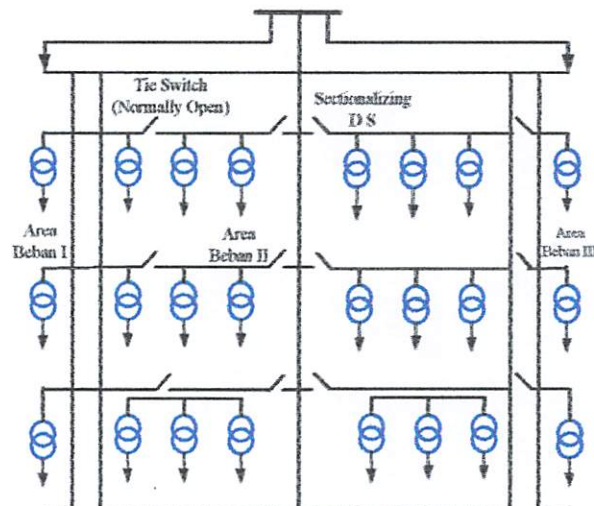
Pelayanan tenaga listrik untuk suatu daerah beban tertentu dilaksanakan dengan memasang transformator pada sembarang titik pada jaringan yang sedekat mungkin dengan daerah beban yang dilayani. Untuk daerah beban yang menyimpang jauh dari saluran utama maupun saluran cabang, maka akan ditarik lagi saluran tambahan yang dicabangkan pada saluran tersebut.

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

2.3.1. Sistem Radial Pohon

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

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



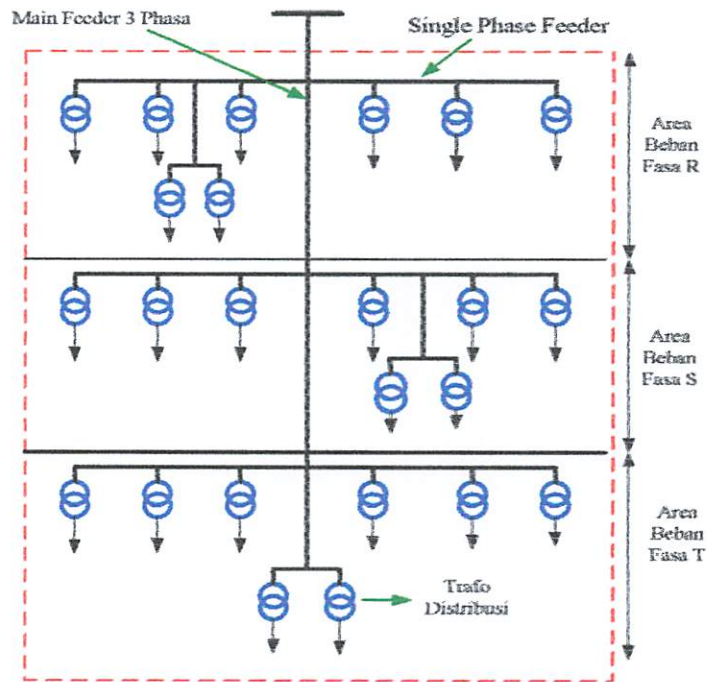
Gambar 2-3: Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah

Sumber : Turan Gonen, "*Elektrik Power Distribution System Engeneering*", University of Missouri at Columbia

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadinya gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak mengalami gangguan. Sistem radial dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah dapat dilihat pada gambar 2-3.

2.3.3. Sistem Radial dengan Pembagian *Phase Area*

Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini akan dapat menimbulkan kondisi sistem tiga fasa yang tidak seimbang, bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Contoh dari sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2-4.

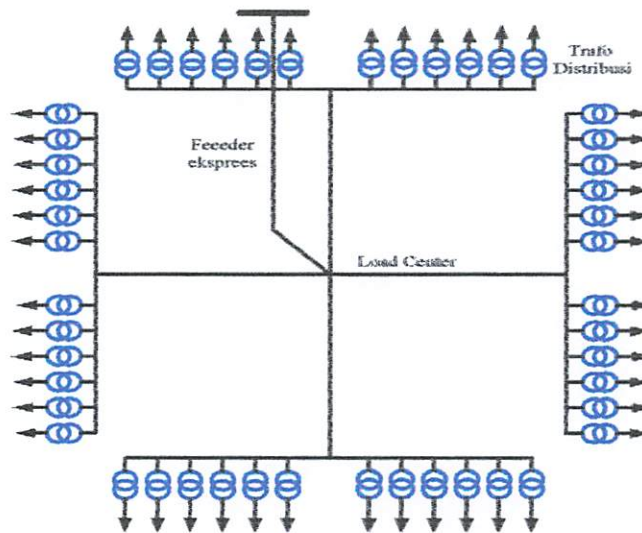


Gambar 2-4: Jaringan Distribusi Radial dengan *Phase Area*

Sumber : Turan Gonen, "*Elektrik Power Distribution System Engeneering*", University of Missouri at Columbia

2.3.4. Sistem Radial dengan Beban Terpusat

Bentuk dari sistem ini mensuplai daya dengan menggunakan *main feeder* yang disebut dengan *express* langsung ke pusat beban, dan dari titik pusat beban ini disebut dengan menggunakan *back feeder* secara radial seperti terlihat pada gambar 2-5.

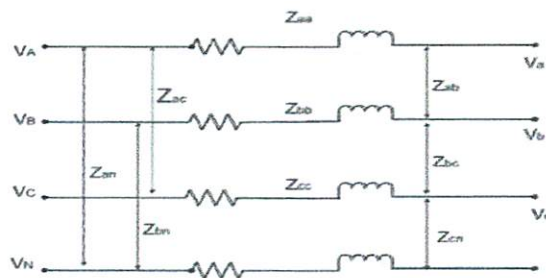


Gambar 2-5: Jaringan Distribusi Radial dengan Beban Terpusat

Sumber : Turan Gonen, "Elektrik Power Distribution System Engeneering", University of Missouri at Columbia

2.4 Saluran Tiga Fasa Tidak Seimbang^[9]

Rangkaian ekuivalen untuk saluran distribusi tiga fasa



Gambar 2-6: Model Saluran Tiga Fasa

Sumber : Jen-Hao TENG, "A Network-Topologi-based Three-Phase Load Flow For Distribution Systems" Proc. Sci. Counc. ROC(A) Vol. 24, No. 4, 2000, pp.259-264.

Impedansi Z_{abcd} akan ditunjukkan sebagai matrik impedansi fasa. Elemen-elemen dari matrik ditentukan oleh persamaan *Carson's* dan dilanjutkan dengan reduksi *kron's*

Persamaan *Carson's* :

$$z_{ii} = r_i + 0.0953 + j0.12134 \times [\ln(1/GMR_i) + 7.943] \Omega / \text{mile} \dots\dots\dots (2-1)$$

$$z_{ij} = r_y + 0.0953 + j0.12134 \times [\ln(1/D_{ij}) + 7.943] \Omega / \text{mile} \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana :

- 0.0953 + j0.12134 adalah konstanta.
- 7.943 adalah konstanta.
- r_i adalah resistansi konduktor (Ω/mile).
- GMR adalah *Geometrik Mean Radius* Konduktor (ft).
- D_{ij} adalah jarak antar konduktor i dan j (ft).

Dari persamaan (2-1) dan (2-2) untuk saluran tiga fasa dengan netral akan menghasilkan matrik impedansi 4×4 , seperti persamaan berikut :

$$Z_{abcd} = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} & Z_{ad} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} & Z_{bd} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} & Z_{cd} \\ Z_{da} & Z_{db} & Z_{dc} & Z_{dd} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-3)$$

Maka matrik tersebut akan direduksi menjadi matrik 3×3 menggunakan menggunakan persamaan :

$$[Z_{abc}] = [Z_{abcd}] - [Z_{an}] \bullet [Z_{nn}]^{-1} [Z_{na}] \dots\dots\dots (2-4)$$

Impedansi saluran ditunjukkan oleh matrik impedansi 3×3 sebagai berikut :

$$Z = \begin{bmatrix} (R_{aa} + jX_{aa}) & (R_{ab} + jX_{ab}) & (R_{ac} + jX_{ac}) \\ (R_{ba} + jX_{ba}) & (R_{bb} + jX_{bb}) & (R_{bc} + jX_{bc}) \\ (R_{ca} + jX_{ca}) & (R_{cb} + jX_{cb}) & (R_{cc} + jX_{cc}) \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-5)$$

2.5. Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi

Rugi daya adalah besar daya yang hilang dalam penyaluran daya elektrik terdiri dari rugi daya aktif dan reaktif. Rugi-rugi ini dapat terjadi pada komponen-komponen umum pada sistem tenaga listrik seperti :

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

2.6. Persamaan Rugi-Rugi Daya

Rugi-rugi daya aktif dan reaktif dapat dihitung melalui persamaan :

$$P + jQ = [Z] |I|^2 \dots\dots\dots (2-6)$$

2.7. Persamaan Aliran Daya

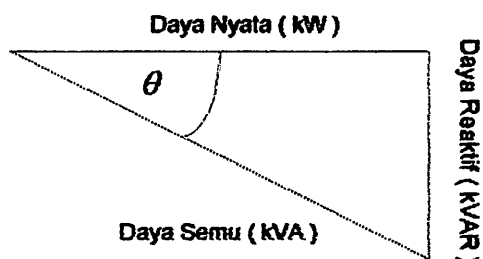
Aliran daya aktif dapat dihitung melalui persamaan :

$$P_a = \text{Real} (V_i \cdot I_a) \dots\dots\dots (2-7)$$

$$Q_a = \text{Im} (V_i \cdot I_a) \dots\dots\dots (2-8)$$

2.8. Faktor daya

Faktor daya adalah perbandingan antara komponen daya kW terhadap kVA, seperti terlihat pada gambar :



Gambar 2-7: Segitiga Daya

Sumber : Turan Gonen, "Elektrik Power Distribution System Engeneering", University of Missouri at Columbia

Faktor daya :

$$\cos \theta = \frac{kW}{kVA} \dots\dots\dots(2-9)$$

$$(kVA)^2 = (kW)^2 + (kVAR)^2 \dots\dots\dots(2-10)$$

$$kW = kVA \cos \theta \dots\dots\dots(2-11)$$

$$kVAR = kVA \sin \theta = kW \cdot \tan \theta \dots\dots\dots(2-12)$$

$$\tan \theta = \frac{kVAR}{kW} \dots\dots\dots(2-13)$$

Faktor daya akan mendahului (*leading*) apabila arus mendahului tegangan dan akan tertinggal (*lagging*) bila arus terbelakang terhadap tegangan.

2.9. Sistem Per-Unit

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

$$\text{Besaran per-unit} = \frac{\text{Besaran sebenarnya}}{\text{Besaran dasar dengan ukuran yang sama}} \dots\dots\dots(2-14)$$

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

- untuk data 1 fasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 fasa}}{\text{dasar tegangan, kV}_{L-N}} \dots\dots\dots(2-15)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(\text{dasar tegangan, kV}_{L-N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2-16)$$

$$= \frac{(\text{dasar tegangan, kV}_{L-N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2-17)$$

- Untuk data 3 fasa

$$I_d = \frac{\text{KVAdasar3 fasa}}{\sqrt{3}\text{kV}_{L-L}} \dots\dots\dots(2-18)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV}_{L-L})^2 \times 1000}{\text{kVAdasar3 fasa}}$$

$$= \frac{(kV_{dasar_{L-L}})^2}{MV_{dasar\ 3\ fasa}} \dots\dots\dots (2-19)$$

BAB III

ANALISIS PEMASANGAN TCSC DENGAN TCIM

3.1. Tujuan Studi Aliran Daya

Studi aliran daya sangat penting dalam rencana perluasan dan penentuan operasi terbaik dari suatu sistem. Adapun tujuan mempelajari aliran daya ini dilakukan untuk menentukan :

1. Aliran daya aktif dan reaktif pada cabang-cabang rangkaian.
2. Menghitung nilai tegangan $|V|$ dan sudut fasa tegangan δ pada rel beban atau *P-Q bus*.
3. Tidak ada rangkaian yang mempunyai beban lebih dari tegangan busbar dalam batas-batas yang dapat diterima.
4. Mengetahui pengaruh penambahan atau perubahan beban terhadap sistem yang ada.
5. Mengetahui daya yang mengalir pada setiap bus.

Didalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter-parameter listrik yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya magnitude tegangan $|V|$, sudut fasa tegangan θ , daya nyata P , dan daya reaktif Q . Daya nyata P mempunyai ketergantungan yang kuat dengan sudut fasa tegangan θ dan daya reaktif Q mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besarnya tegangan $|V|$. Bila P dan Q berubah maka θ dan $|V|$ berubah pula dan demikian sebaliknya.

3.2. Klasifikasi Bus

Terdapat empat besaran pada setiap bus / rel dalam sistem tenaga listrik, yaitu magnitude tegangan $|V|$, beda fasa θ , daya aktif P , dan daya reaktif Q . Pada setiap bus ditentukan besaran dari empat besaran tersebut. Dalam studi aliran daya konvensional, seluruh bus dalam jaringan digolongkan menjadi *slack bus / swing bus*, *P-V bus / generator bus*, dan *P-Q bus / load bus*.

3.2.1. Slack Bus / Swing Bus

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

3.2.2. P-V Bus / Generator Bus

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

3.2.3. P-Q Bus / Load Bus

Load bus adalah suatu bus yang hanya ada penyerapan daya. Pada simpul ini parameter-parameter P dan Q diketahui, sedangkan parameter $|V|$ dan θ berubah-ubah menurut kebutuhan. Oleh karena itu parameter $|V|$ dan θ harus diketahui.

3.3. Aliran Daya Injeksi Arus Tiga Fasa^[4]

Persamaan dasar

Arus mismatches tiga fasa untuk bus k adalah :

$$\Delta I_k^2 = \frac{(P_k^{sp})^s - j(Q_k^{sp})^s}{(E_k^s)^*} - \sum_{i \in \Omega_k} \sum_{t \in \alpha_p} Y_{ki}^{st} E_i^t \dots \dots \dots (3-1)$$

Dimana :

$s, t \in \alpha_p$

$\alpha_p = \{a, b, c\}$

$k = \{1, \dots, n\}$, n adalah jumlah nomor bus

$$E_k = V_{rk} + jV_{mk} \dots \dots \dots (3-2)$$

$$(P_k^{sp})^s = P_{gk}^s - P_{lk}^s \dots \dots \dots (3-3)$$

$$(Q_k^{sp})^s = Q_{gk}^s - Q_{lk}^s \dots \dots \dots (3-4)$$

$(P_k^{sp})^s, (Q_k^{sp})^s$: daya *specified* aktif dan reaktif pada bus k.

P_{gk}^s, Q_{gk}^s : daya aktif dan reaktif generator untuk fasa s.

P_{lk}^s, Q_{lk}^s : daya aktif dan reaktif beban untuk fasa s.

$Y_{ki}^{st} = G_{ki}^{st} + jB_{ki}^{st}$: elemen matrik admitansi bus.

Akibat dari tingkat tegangan pada sistem beban, diberikan oleh persamaan *second order polynomial* sebagai berikut :

$$P_{lk}^s = P_{0k}^s + P_{1k}^s V_k + P_{2k}^s V_k^2 \dots \dots \dots (3-5)$$

$$Q_k^s = Q_{0k}^s + Q_{1k}^s V_k + Q_{2k}^s V_k^2 \dots\dots\dots(3-6)$$

Dimana :

P_{0k}^s, Q_{0k}^s : komponen daya konstan dari beban fasa s pada bus k.

P_{1k}^s, Q_{1k}^s : komponen arus konstan dari beban fasa s pada bus k.

P_{2k}^s, Q_{2k}^s : komponen impedansi konstan dari beban fasa s pada bus k.

$V_k = |E_k|$: nilai mutlak dari tegangan bus k

Persamaan (3-1) dapat dinyatakan dalam bentuk kompleks yang terdiri dari bagian riil dan imajiner seperti persamaan berikut :

$$\Delta I_{r_k}^s = \frac{(P_k^{sp})^s V_{r_k}^s + (Q_k^{sp})^s V_{m_k}^s}{(V_{r_k}^s)^2 + (V_{m_k}^s)^2} - \sum_{i=1}^n \sum_{t \in \alpha_p} (G_{ki}^s V_{r_i}^t - B_{ki}^s V_{r_i}^t) \dots\dots\dots(3-7)$$

$$\Delta I_{m_k}^s = \frac{(P_k^{sp})^s V_{m_k}^s + (Q_k^{sp})^s V_{r_k}^s}{(V_{r_k}^s)^2 + (V_{m_k}^s)^2} - \sum_{i=1}^n \sum_{t \in \alpha_p} (G_{ki}^s V_{r_i}^t - B_{ki}^s V_{m_i}^t) \dots\dots\dots(3-8)$$

Persamaan (3-7) dan (3-8) dapat ditulis dalam bentuk nilai *specified* dan *calculated* seperti persamaan berikut :

$$\Delta I_{r_k}^s = (I_{r_k}^s)^s - (I_{r_k}^{calc})^s \dots\dots\dots(3-9)$$

$$\Delta I_{m_k}^s = (I_{m_k}^s)^s - (I_{m_k}^{calc})^s \dots\dots\dots(3-10)$$

Penggunaan metode *Newton's* ke persamaan (3-7) dan (3-8) adalah sebagai

berikut :

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{m1}^{abc} \\ \Delta V_{r1}^{abc} \\ \Delta V_{m2}^{abc} \\ \Delta V_{r2}^{abc} \\ \vdots \\ \Delta V_{m1}^{abc} \\ \Delta V_{m}^{abc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (Y_{11}^*)^{abc} & Y_{12}^{abc} & \dots & Y_{1n}^{abc} \\ Y_{21}^{abc} & (Y_{22}^*)^{abc} & \dots & Y_{2n}^{abc} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Y_{m1}^{abc} & Y_{n2}^{abc} & \dots & (Y_m^*)^{abc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V_{r1}^{abc} \\ \Delta V_{m1}^{abc} \\ \Delta V_{r2}^{abc} \\ \Delta V_{m2}^{abc} \\ \vdots \\ \Delta V_{m}^{abc} \\ \Delta V_{mn}^{abc} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-11)$$

Elemen diluar mirip/ identik dengan elmen dari matrik admitansi bus. Sejak koordinat retangular tiga fasa digunakan, setiap elemen terdiri dari blok 6×6 dengan struktur seperti berikut :

$$Y_{im}^{abc} = \begin{bmatrix} B_{im}^{abc} & G_{im}^{abc} \\ G_{im}^{abc} & -B_{im}^{abc} \end{bmatrix}; i,m= 1,\dots,n \dots\dots\dots(3-12)$$

Elemen diagonalnya :

$$Y_{kk}^* = \begin{bmatrix} (B_{kk}^t)^{abc} & (G_{kk}^t)^{abc} \\ (G_{kk}^a)^{abc} & (B_{kk}^a)^{abc} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-13)$$

Dimana:

$$(B_{kk}^t)^{abc} = B_{kk}^{abc} - \begin{bmatrix} a_k^a & & \\ & a_k^b & \\ & & a_k^c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-14)$$

$$(G'_{kk})^{abc} = G'_{kk} \begin{bmatrix} b_k^a & & \\ & b_k^b & \\ & & b_k^c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-15)$$

$$(G''_{kk})^{abc} = G''_{kk} \begin{bmatrix} c_k^a & & \\ & c_k^b & \\ & & c_k^c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-16)$$

$$(B''_{kk})^{abc} = B''_{kk} \begin{bmatrix} d_k^a & & \\ & d_k^b & \\ & & d_k^c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-17)$$

Elemen a,b,c dan d pada persamaan (3-14) – (3-17) tergantung pada model beban. Elemen tersebut digunakan untuk *update* matrik jacobian dan persamaan elemen matrik tersebut adalah :

$$a_k^s = \frac{Q_{0k}^s [(V_{rk}^s)^2 - (V_{mk}^s)^2] - 2V_{rk}^s V_{mk}^s P_{0k}^s}{(V_k^s)^4} + \frac{V_{rk}^s V_{mk}^s P_{lk}^s + Q_{lk}^s (V_{mk}^s)^2}{(V_k^s)^3} + Q_{2k}^s \dots\dots\dots(3-18)$$

$$b_k^s = \frac{P_{0k}^s [(V_{rk}^s)^2 - (V_{mk}^s)^2] + 2V_{rk}^s V_{mk}^s P_{0k}^s}{(V_k^s)^4} - \frac{V_{rk}^s V_{mk}^s Q_{lk}^s + P_{lk}^s (V_{mk}^s)^2}{(V_k^s)^3} - P_{2k}^s \dots\dots\dots(3-19)$$

$$c_k^s = \frac{P_{0k}^s [(V_{rk}^s)^2 - (V_{mk}^s)^2] - 2V_{rk}^s V_{mk}^s P_{0k}^s}{(V_k^s)^4} - \frac{V_{rk}^s V_{mk}^s Q_{lk}^s - P_{lk}^s (V_{mk}^s)^2}{(V_k^s)^3} - P_{2k}^s \dots\dots\dots(3-20)$$

$$d_k^s = \frac{Q_{0k}^s [(V_{rk}^s)^2 - (V_{mk}^s)^2] - 2V_{rk}^s V_{mk}^s P_{0k}^s}{(V_k^s)^4} + \frac{V_{rk}^s V_{mk}^s P_{lk}^s - Q_{lk}^s (V_{mk}^s)^2}{(V_k^s)^3} - Q_{2k}^s \dots\dots\dots(3-21)$$

Besar arus *mismatches* dari persamaan (3-11) untuk bus k dan fasa dapat dinyatakan seperti berikut :

$$\Delta I_{rk}^s = \frac{V_{rk}^s \Delta P_k^s + V_{mk}^s \Delta Q_k^s}{(V_{rk}^s)^2 + (V_{mk}^s)^2} \dots\dots\dots(3-22)$$

$$\Delta I_{mk}^s = \frac{V_{mk}^s \Delta P_k^s + V_{rk}^s \Delta Q_k^s}{(V_{rk}^s)^2 + (V_{mk}^s)^2} \dots\dots\dots(3-23)$$

Daya *mismatches* aktif dan reaktif ΔP_k^s dan ΔQ_k^s adalah :

$$\Delta P_k^s = (P_k^{sp})^s - (P_k^{calc})^s \dots\dots\dots(3-24)$$

$$\Delta Q_k^s = (Q_k^{sp})^s - (Q_k^{calc})^s \dots\dots\dots(3-25)$$

Dimana :

$$(P_k^{calc})^s = V_{rk}^s (I_{rk}^{calc})^s + V_{mk}^s (I_{mk}^{calc})^s \dots\dots\dots(3-26)$$

$$(Q_k^{calc})^s = V_{mk}^s (I_{rk}^{calc})^s - V_{rk}^s (I_{mk}^{calc})^s \dots\dots\dots(3-27)$$

Tegangan yang diupdate pada setiap iterasi adalah :

$$(V_{rm_k}^{abc})^{h+1} = (V_{rm_k}^{abc})^h + (\Delta V_{rm_k}^{abc})^h \dots\dots\dots(3-28)$$

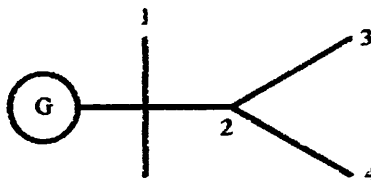
Dimana :

$$(V_{rm_k}^{abc}) = \begin{bmatrix} V_{rk}^a & V_{rk}^b & V_{rk}^{ca} & V_{mk}^a & V_{mk}^b & V_{mk}^c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-29)$$

2.4 Struktur Matrik Jakobian^[4]

Keistimewaan dari *Three-Phase Current Injection Method* pada kenyataan matrik jakobian identik dengan admitansi bus. Hal tersebut dapat terlihat dari contoh berikut ini :

➤ Sistem Sederhana yang Memiliki *P-Q Bus*^[4]

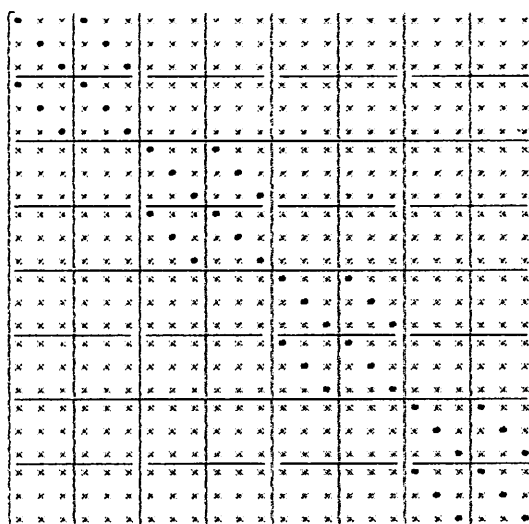


1 - *Reference bus*
2,3,4, - *PQ bus*

Gambar 3-1: Sistem Radial

Sumber : Paula A. N. Garcia, Jose Luiz R. Pereira, Sandoval Carneiro, Jr., Vander M. da Costa, and Nelson Martin, *Three-Phase Power Flow Calculations Using Current Injection Method*, IEEE Transaction Power Systems. Vol. 15, No.2, May 2000

Gambar diatas menunjukkan sistem sederhana yang memiliki *slack bus* dan tiga *P-Q bus*. Struktur matrik jakobian dengan *Three-phase Current Injection Method* seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini :



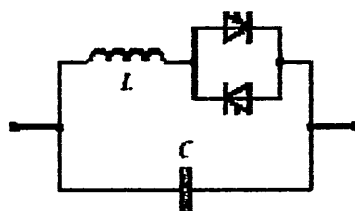
- : Elemen yang diupdate
- × : Elemen konstan

Gambar 3-2: Struktur Matrik Jakobian Untuk Sistem pada Gambar 3-1

Sumber : Paula A. N. Garcia, Jose Luiz R. Pereira, Sandoval Cameiro, Jr., Vander M. da Costa, and Nelson Martin, "Three-Phase Power Flow Calculations Using Current Injection Method", IEEE Transaction Power Systems. Vol. 15, No.2, May 2000

3.5. Model TCSC

TCSC terdiri dari kapasitor seri dan paralel dengan sebuah katup *thyristor* dan induktor seri. Sistem kompensasi yang lengkap dibangun dari deretan modul-modul dan biasanya ditambahkan kapasitor konvensional^[5].



Gambar 3-3: Thyristor Controlled Series Compensator

Sumber : S.Gerbex, R. Cherkoufi, J. Germond "Optimal location of multi-type FACTS Devices in a power system by means of Genetic Algorithms" IEEE Transaction On Power Systems, vol 16, no.3, 2001

Model operasi ekstrim dari modul TCSC adalah *bloking thyristor*, dimana dalam kasus ini bertindak sebagai kapasitor konvensional, atau thyristor yang ekuivalen dengan induktansi kecil. Antara dua model operasi ini ada kontrol “*vernier*” yang dapat digunakan untuk meningkatkan reaktansi dalam daerah induktif maupun kapasitif^[5].

Seperti ditunjukkan pada gambar 3-3, alat TCSC ini bisa memiliki salah satu dari dua kemungkinan karakteristik yaitu induktif dan kapasitif. Masing-masing untuk mengurangi atau penambahan reaktansi pada garis X_L dengan model tiga elemen penghubung paralel yaitu kapasitansi, induktansi dan jenis kabel. Kapasitansi dan induktansi merupakan variable sedangkan nilai kapasitansi dan induktansi adalah fungsi reaktansi dari saluran di mana alat ditempatkan. Dimana untuk menghindari resonansi, hanya satu dari tiga elemen yang bisa dihubungkan waktu. Lebih dari itu tidak mengkompensasi saluran, nilai maksimum pada kapasitansi ditetapkan $0,8 X_L$. Sedangkan untuk induktansi nilai maksimumnya adalah $0,2 X_L$ ^[6]. Persamaan kendali secara linier dituliskan dengan persamaan sebagai berikut^[1]:

$$\Delta V_k^s = \frac{V_{rk}^s}{V_k^s} \Delta V_{rk}^s + \frac{V_{mk}^s}{V_k^s} \Delta V_{mk}^s \dots\dots\dots(3-30)$$

Untuk suatu sistem yang secara umum mempunyai suatu perangkat TCSC yang terhubung dari bus i menuju j sehingga tegangan tetap konstan pada busbar k , sistem ditambahkan dengan persamaan berikut^[1]:

$$\begin{array}{c}
\vdots \\
\Delta I_{m_i}^{a'} \\
\Delta I_{r_i}^{a'} \\
\vdots \\
\Delta I_{m_j}^{a'} \\
\Delta I_{r_j}^{a'} \\
\vdots \\
\Delta I_{m_k}^{a'} \\
\Delta I_{r_k}^{a'} \\
\vdots \\
\Delta I_{r_i}^{a'} \\
\vdots \\
\Delta I_{r_j}^{a'} \\
\vdots \\
\Delta I_{r_k}^{a'} \\
\vdots
\end{array}
=
\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|}
\hline
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
\hline
\dots & (Y_{ii}^{a'bc}) & \dots & Y_{ij}^{a'bc} & \dots & Y_{ik}^{a'bc} & \dots & X \\
\hline
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\
\hline
\dots & Y_{ji}^{a'bc} & \dots & (Y_{jj}^{a'bc}) & \dots & Y_{jk}^{a'bc} & \dots & Y \\
\hline
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\
\hline
\dots & Y_{ki}^{a'bc} & \dots & Y_{kj}^{a'bc} & \dots & (Y_{kk}^{a'bc}) & \dots & \\
\hline
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\
\hline
\dots & \dots & \dots & \dots & \dots & Z & \dots & \\
\hline
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\
\hline
\Delta I_{r_i}^{a'} \\
\Delta I_{r_j}^{a'} \\
\vdots \\
\Delta I_{r_k}^{a'} \\
\vdots
\end{array}
\tag{3-31}$$

Sehingga dapat dituliskan :

a.) Sub matrik X dan Y akan mengalami modifikasi menjadi :

$$X =
\begin{bmatrix}
\frac{\partial \Delta I_{m_i}^a}{\partial \Delta b_y^{aa}} & & & & & \\
& \frac{\partial \Delta I_{m_i}^b}{\partial \Delta b_y^{bb}} & & & & \\
& & \frac{\partial \Delta I_{m_i}^c}{\partial \Delta b_y^{cc}} & & & \\
\frac{\partial \Delta I_{r_i}^a}{\partial \Delta b_y^{aa}} & & & & & \\
& \frac{\partial \Delta I_{r_i}^b}{\partial \Delta b_y^{bb}} & & & & \\
& & \frac{\partial \Delta I_{r_i}^c}{\partial \Delta b_y^{cc}} & & &
\end{bmatrix}
\tag{3-32}$$

$$Y = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta I_{mj}^a}{\partial \Delta b_{ij}^{aa}} & & & & \\ & \frac{\partial \Delta I_{mj}^b}{\partial \Delta b_{ij}^{ab}} & & & \\ & & \frac{\partial \Delta I_{mj}^c}{\partial \Delta b_{ij}^{cc}} & & \\ \frac{\partial \Delta I_{rj}^a}{\partial \Delta b_{ij}^{aa}} & & & & \\ & \frac{\partial \Delta I_{rj}^{bb}}{\partial \Delta b_{ij}^b} & & & \\ & & & \frac{\partial \Delta I_{rj}^c}{\partial \Delta b_{ij}^{cc}} & \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3-33)$$

Dimana :

$$\frac{\partial \Delta I_{mj}^s}{\partial b_{ij}^{ss}} = V_{rj}^s - V_{ri}^s \dots\dots\dots (3-34)$$

$$\frac{\partial \Delta I_{rj}^s}{\partial b_{ij}^{ss}} = V_{mi}^s - V_{mj}^s \dots\dots\dots (3-35)$$

$$\frac{\partial \Delta I_{mj}^s}{\partial b_{ij}^{ss}} = V_{ri}^s - V_{rj}^s \dots\dots\dots (3-36)$$

$$\frac{\partial \Delta I_{rj}^s}{\partial b_{ij}^{ss}} = V_{mj}^s - V_{mi}^s \dots\dots\dots (3-37)$$

b.) Variabel kondisi Δa_{ij}^{abc} menjadi persamaan berikut :

$$\Delta b_{ij}^{abc} = \begin{bmatrix} \Delta b_{ij}^{aa} \\ \Delta b_{ij}^{bb} \\ \Delta b_{ij}^{cc} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3-38)$$

Untuk perangkat TCSC pada model aliran daya, persamaan kontrolnya menjadi :

$$\Delta P_{ij}^s = (P_{ij}^s)^{sp} - (P_{ij}^s)^{calc} \dots\dots\dots(3-39)$$

Dimana :

$$s = \{a,b,c\}$$

$(P_{ij}^s)^{sp}$ aliran daya aktif khusus pada fasa s di percabangan i - j

$(P_{ij}^s)^{calc}$ menghitung aliran daya aktif pada fasa s pada percabangan i - j

Sehingga didapatkan persamaan :

$$(P_{ij}^s)^{calc} = g_{ij}^s \left[(V_{ri}^s)^2 + (V_{mi}^s)^2 \right] - g_{ij}^s (V_{ri}^s V_{rj}^s + V_{mi}^s V_{mj}^s) - b_{ij}^s (V_{mi}^s V_{rj}^s - V_{ri}^s V_{mj}^s) \dots\dots(3-40)$$

Linierisasi persamaan (3.39) menjadi :

$$\Delta P_{ij}^s = -\frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{ri}^s} \Delta V_{ri}^s - \frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{mi}^s} \Delta V_{mi}^s - \frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{rj}^s} \Delta V_{rj}^s - \frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{mj}^s} \Delta V_{mj}^s - \frac{\partial P_{ij}^s}{\partial b_{ij}^s} \Delta b_{ij}^s \dots\dots(3-41)$$

Dimana :

$$\frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{ri}^s} = 2g_{ij}^{ss} V_{ri}^s - g_{ij}^{ss} V_{rj}^s - b_{ij}^{ss} V_{mj}^s \dots\dots\dots(3-42)$$

$$\frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{mi}^s} = 2g_{ij}^{ss} V_{mi}^s - g_{ij}^{ss} V_{mj}^s - b_{ij}^{ss} V_{rj}^s \dots\dots\dots(3-43)$$

$$\frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{ri}^s} = -g_{ij}^{ss} V_{ri}^s - b_{ij}^{ss} V_{mi}^s \dots\dots\dots(3-44)$$

$$\frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{ri}^s} = -g_{ij}^{ss} V_{mi}^s + b_{ij}^{ss} V_{ri}^s \dots\dots\dots(3-45)$$

$$\frac{\partial P_{ij}^s}{\partial V_{ri}^s} = V_{ri}^s V_{mj}^s - V_{mi}^s V_{rj}^s \dots\dots\dots(3-46)$$

Elemen g_{ij}^{ss} dalam (3-42)-(3-46) adalah cabang induktansi seri

Dengan mengasumsikan bahwa TCSC dipergunakan untuk memngendalikan daya aktif pada percabangan i – j, sistem linier dari persamaan tertulis seperti pada persamaan berikut dibawah yang menunjukkan sub matrik X dan Y berasal dari persamaan (3.32) dan (3.33).

$$\begin{bmatrix} \vdots \\ \Delta I_{mj}^{abc} \\ \Delta I_{rj}^{abc} \\ \vdots \\ \Delta I_{mj}^{abc} \\ \Delta I_{rj}^{abc} \\ \vdots \\ \Delta P_{ij}^{abc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & (Y_{ii}^*)^{abc} & \dots & Y_{ij}^{abc} & \dots & X \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & Y_{j\bar{i}}^{abc} & \dots & (Y_{j\bar{j}}^*)^{abc} & \dots & Y \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & Z & \dots & U & \dots & W \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vdots \\ \Delta V_{rj}^{abc} \\ \Delta V_{mj}^{abc} \\ \vdots \\ \Delta V_{rj}^{abc} \\ \Delta V_{mj}^{abc} \\ \vdots \\ \Delta V_{ij}^{abc} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-47)$$

Dan untuk sub matrik Z, U, dan W adalah :

$$Z = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_{ij}^p}{\partial V_{ri}^a} & & & & & \\ & \frac{\partial P_{ij}^p}{\partial V_{ri}^b} & & & & \\ & & \frac{\partial P_{ij}^p}{\partial V_{ri}^c} & & & \\ & & & \frac{\partial P_{ij}^p}{\partial V_{mi}^a} & & \\ & & & & \frac{\partial P_{ij}^p}{\partial V_{mi}^b} & \\ & & & & & \frac{\partial P_{ij}^p}{\partial V_{mi}^c} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3-48)$$

(3-50)
$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial y \partial z} \end{bmatrix} = M$$

(3-49)
$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} & & & & & & \\ & \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} & & & & & \\ & & \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} & & & & \\ & & & \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial y} & & & \\ & & & & \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial z} & & \\ & & & & & \frac{\partial^2 \psi}{\partial y \partial z} & \\ & & & & & & \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \end{bmatrix} = U$$

3.6. Algoritma

3.6.1. Algoritma Pemecahan Masalah

1. Masukkan data saluran dan pembebanan yaitu jarak antar konduktor, panjang saluran tiap *node*, tegangan dasar, daya aktif dan daya reaktif.
2. *Subroutine* program (proses perhitungan menggunakan *Three-Phase Current Injection Method*).
3. Mengecek, apakah terjadi pelanggaran tegangan ?
 - a. “Ya” : proses pemasangan TCSC ,persamaan (3-30)-(3-47), kemudian proses kembali ke langkah 2.
 - b. “Tidak” : proses selanjutnya (langkah 5).
5. Cetak hasil.

3.6.2. Algoritma *Subroutine* Perhitungan TCIM

1. Baca data saluran dan data pembebanan.
2. Pembentukan Z saluran, persamaan (2-1)-(2-5).
3. Bentuk Y admitansi.
4. Hitung *power injection*, persamaan (3-26) dan (3-27).
5. Hitung *power mismatches*, persamaan (3-24) dan (3-25).
6. Proses pengecekan : $\left\{ \left(\Delta P_k^s \right)^{(k)} \right\} \leq \varepsilon_p$ dan $\left\{ \left(\Delta Q_k^s \right)^{(k)} \right\} \leq \varepsilon_q$ kemudian cetak hasil, apabila belum sesuai dilanjutkan ke langkah 7.
7. Menghitung matrik jakobian.

8. Hitung kenaikan tegangan, persamaan (3-11).
9. *Update* tegangan, persamaan (3-28) dan kembali ke langkah 4.

BAB IV

STUDI TCSC MENGGUNAKAN TCIM DENGAN *SOFTWARE* *MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN

4.1. Analisis TCSC Sebagai Kontrol Tegangan Menggunakan *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)*

Sistem distribusi radial di G.I Pandaan memakai tegangan distribusi 20 kV. G.I Pandaan melayani tujuh buah penyulang dengan tiga buah trafo distribusi. Dalam bab ini akan dibahas perhitungan aliran daya salah satu penyulang, dimana penyulang yang dibahas adalah penyulang Kebon Waris. Penyulang Kebon Waris merupakan salah satu penyulang di G.I Pandaan yang mempunyai bus beban cukup banyak yaitu 80 bus dan saluran yang cukup panjang yaitu 38,199 km. Pemilihan penyulang Kebon Waris untuk perhitungan selain karena jumlah bus yang banyak dan saluran yang panjang sehingga dapat mempengaruhi performa sistem juga sebagai salah satu contoh bilamana dilakukan perhitungan pada penyulang-penyulang yang lainnya.

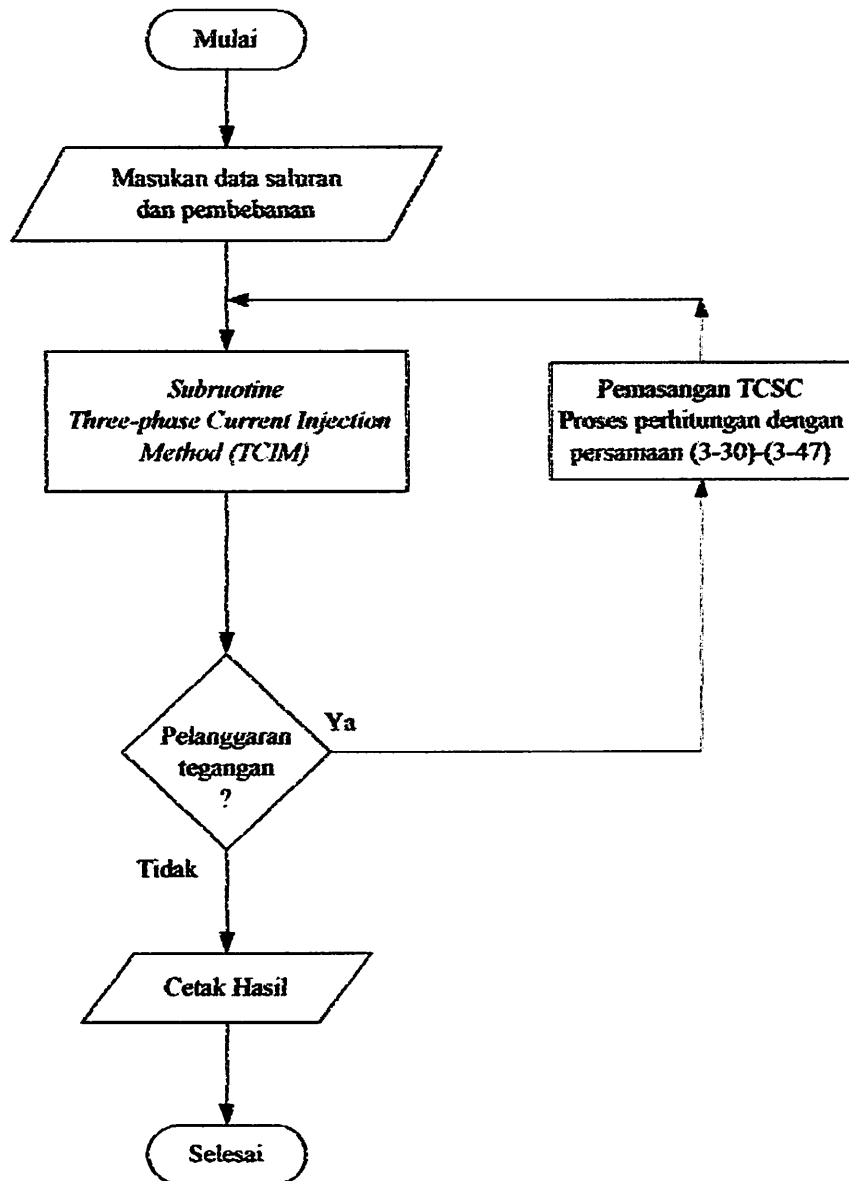
Proses perhitungan dimulai dengan memasukkan data saluran dan data pembebanan pada program komputer (*Matlab*) kemudian menentukan diantara bus manakah TCSC ini akan dipasang. Selanjutnya menjalankan program komputer kemudian proses untuk mendapatkan *load flow awal (base case)* keadaan sistem sebenarnya. Setelah mendapatkan *load flow awal* keadaan sistem sebenarnya kemudian dilanjutkan dengan proses *load flow* keadaan sistem sesudah terpasang TCSC.

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

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

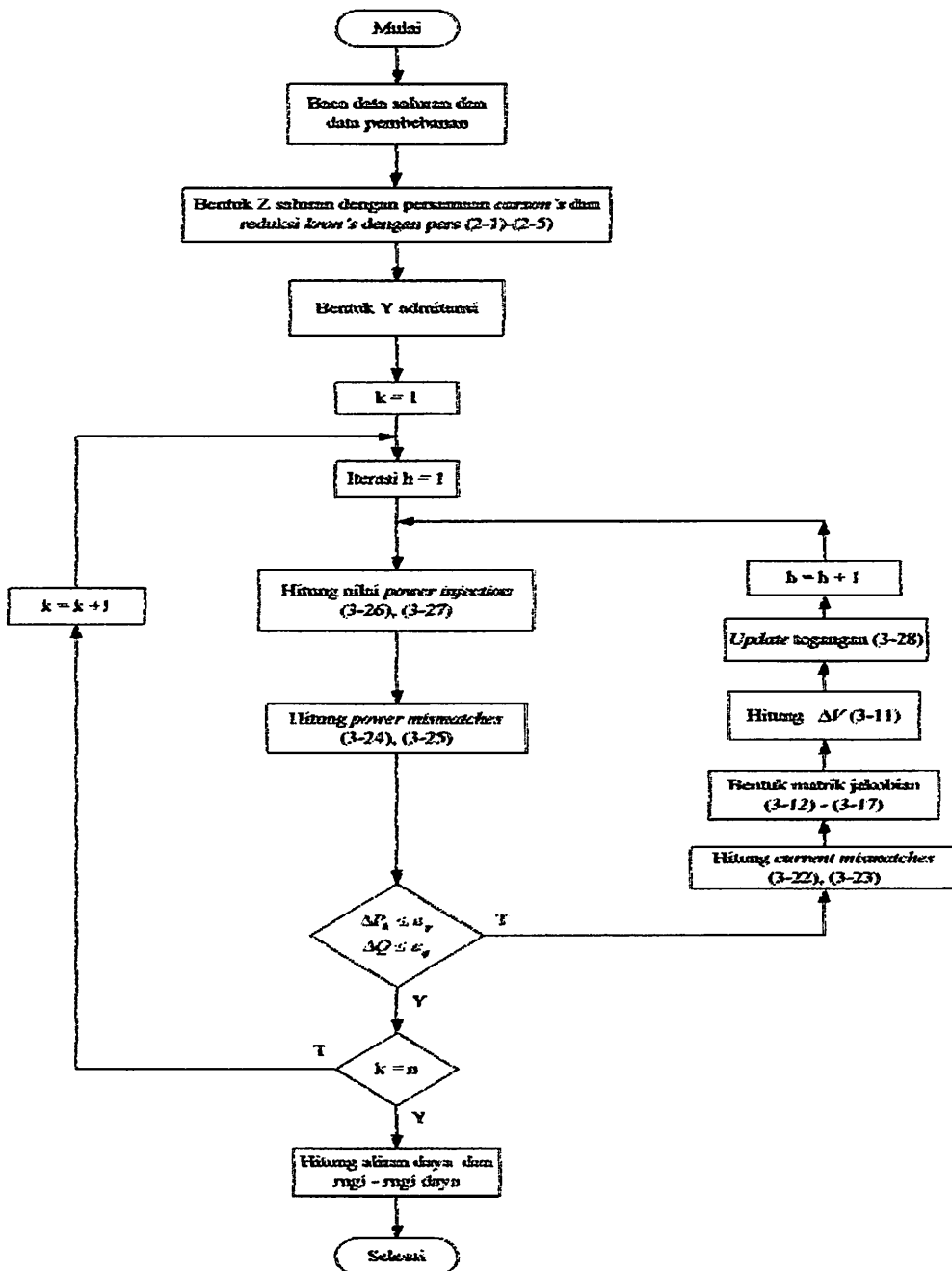
4.2. Flowchart

4.2.1. Flowchart Pemecahan Masalah



Gambar 4-1: Flowchart Pemecahan Masalah

4.2.2. Flowchart Subroutine Perhitungan TCIM



Gambar 4-2: Flowchart Subroutine Perhitungan TCIM

4.3. Data Perhitungan

Perhitungan aliran daya ini mengambil data dari G.I Pandaan. Sistem distribusi radial G.I Pandaan memakai tegangan distribusi 20 kV.

Agar perhitungan lebih mudah maka digunakan sistem per-unit (pu), dimana dasar yang digunakan adalah :

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

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

4.3.1. Data saluran

Jaringan distribusi primer G.I Pandaan menggunakan saluran kabel udara dengan spesifikasi pada tabel 4-1.

TABEL 4-1
DATA PENYULANG SISTEM 20 kV G.I PANDAAN

Jenis Konduktor	Penampang nominal (mm^2)	Resistansi Konduktor (r) (Ω/km)	GMR (mm)
AAAC	150	0.2162	5.2365
AAAC	120	0.2688	4.6837

Adapun data saluran penyulang Kebon Waris terlihat pada tabel 4-2.

TABEL 4-2
DATA SALURAN PENYULANG KEBON WARIS

No. Saluran	Dari Node	Ke Node	Panjang (m)
1	1	2	534
2	2	3	585
3	2	4	367
4	4	5	409
5	5	6	87

Tabel 4-2 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Perhitungan diawali dengan menampilkan jarak antar konduktor dan *single line* diagram dari penyulang yang mewakili keadaan sistem sebenarnya. Dari gambar 4-1 dan 4-1 diperlihatkan struktur jarak antar konduktor dan *single line* diagram dari penyulang Kebon Waris. Pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing-masing adalah :

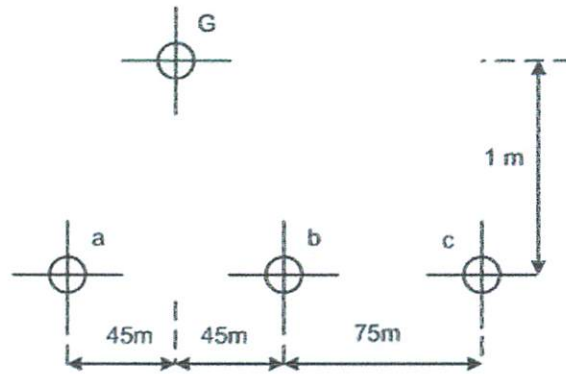
Slack Bus : 1

Load Bus : 79

Jumlah Saluran : 79

Total Bus : 80

Struktur dan jarak antar konduktor ditunjukkan pada gambar dibawah :

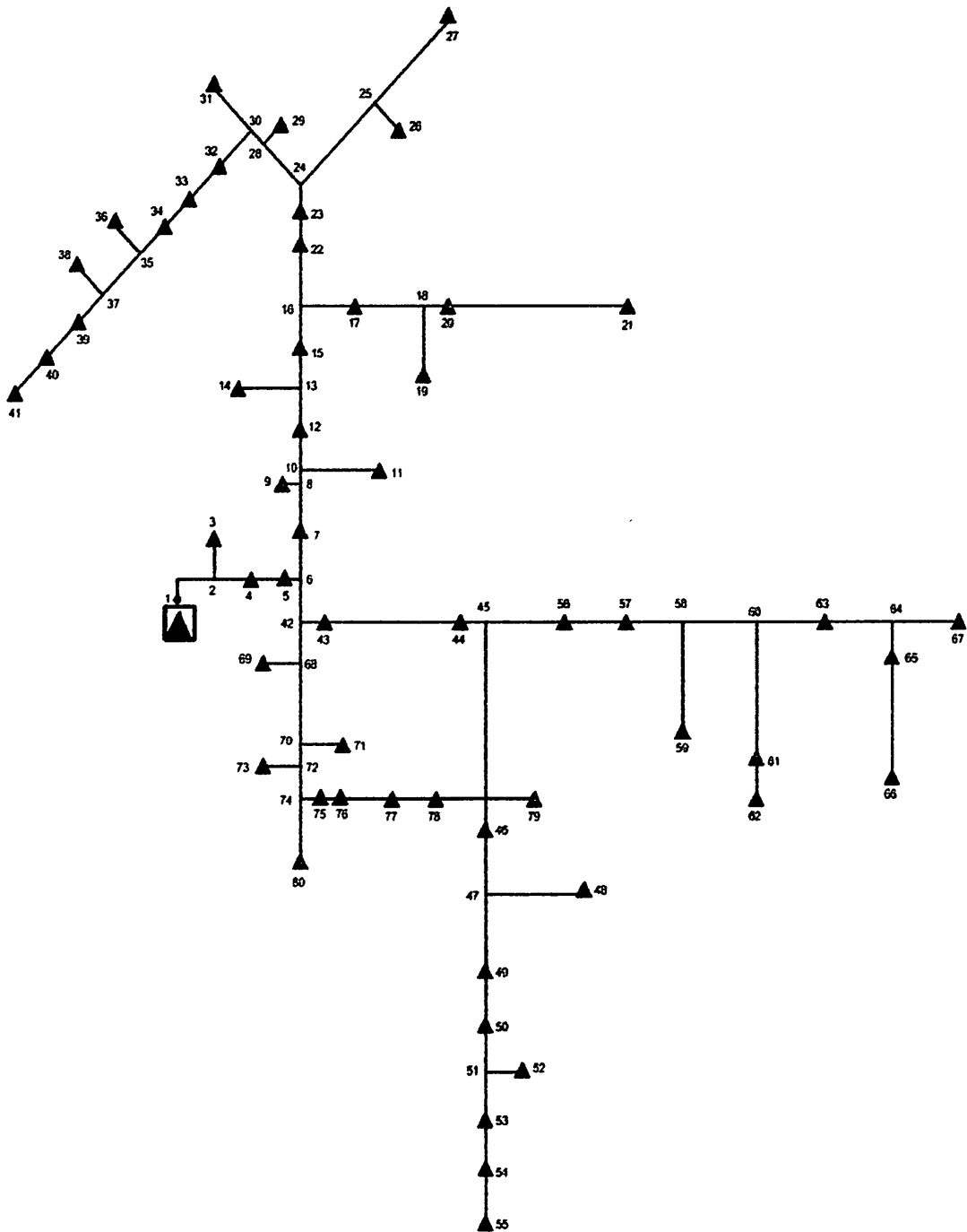


Gambar 4-3: Struktur dan Jarak Antar Konduktor

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

Dimana jarak antar konduktor¹¹¹ :

➤ $D_{ab} = D_{ba}$	= 0,90 m	= 2,9528 ft
➤ $D_{ac} = D_{ca}$	= 1,65 m	= 5,4134 ft
➤ $D_{bc} = D_{cb}$	= 0,75 m	= 2,4606 ft
➤ $D_{aG} = D_{Ga}$	= 1,09 m	= 3,5978 ft
➤ $D_{bG} = D_{Gb}$	= 1,09 m	= 3,5978 ft
➤ $D_{cG} = D_{Gc}$	= 1,56 m	= 5,1247 ft



Gambar 4-4: Single Line Diagram Penyulang Kebon Waris

Sumber : PT. PLN Pesero Area Pelayanan Jaringan Pandaan

4.3.2. Data Pembebanan

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

TABEL 4-3
DATA PEMBEBANAN PENYULANG KEBON WARIS

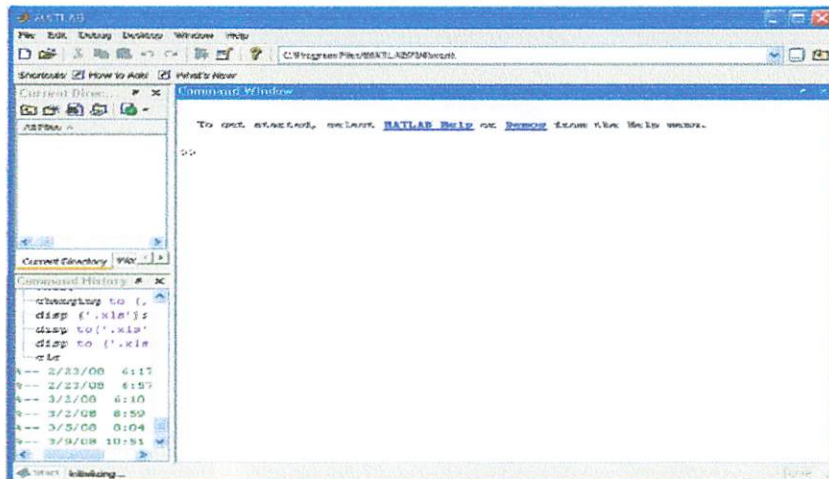
No Bus	R		S		T	
	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	41.881	25.956	46.498	28.817	30.806	19.092
4	16.919	10.485	17.490	10.839	18.956	11.748
5	54.990	34.080	56.047	34.735	58.064	35.985
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel 4-3 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

4.4 Tampilan Program

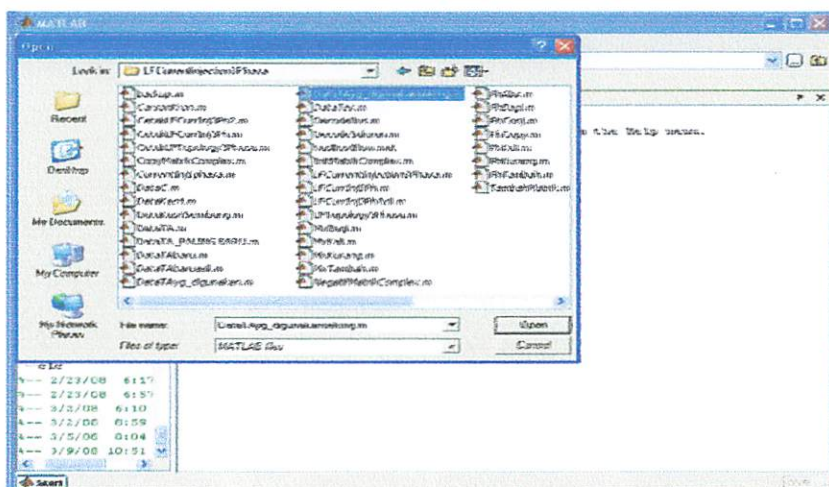
Program dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB versi 7.0.4. Mengenai jalannya program dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Buka program *Matlab 7.0.4* pada komputer.



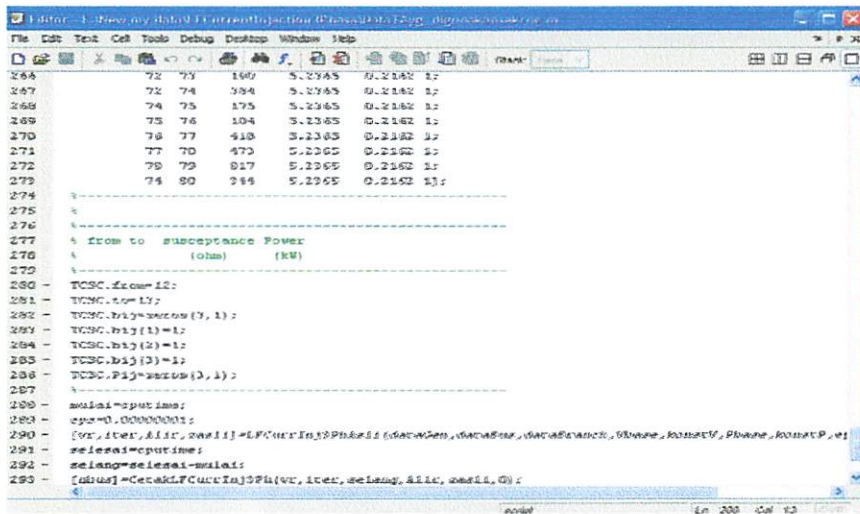
Gambar 4-5: Tampilan program *Matlab 7.0.4*

2. Pilih data yang akan dijalankan.



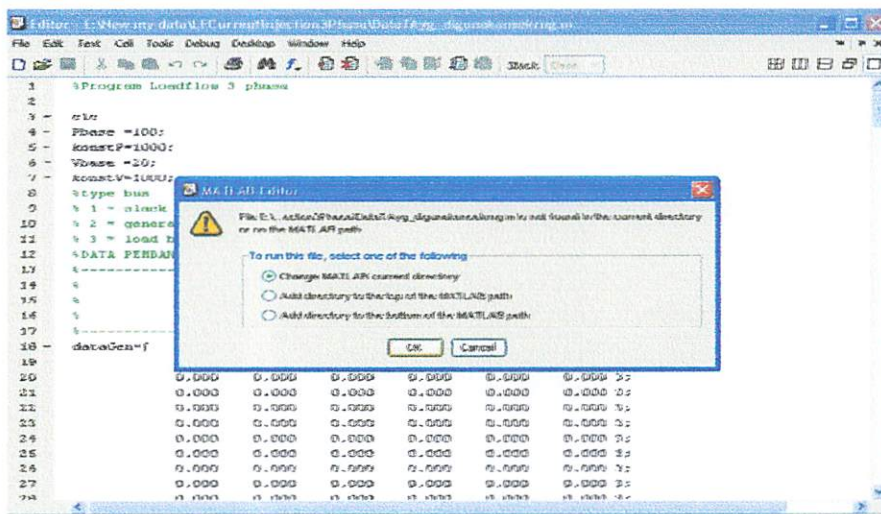
Gambar 4-6: Tampilan pemilihan data yang akan dijalankan

3. Pada data yang dipilih kemudian dapat ditentukan dimana TCSC akan dipasang seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



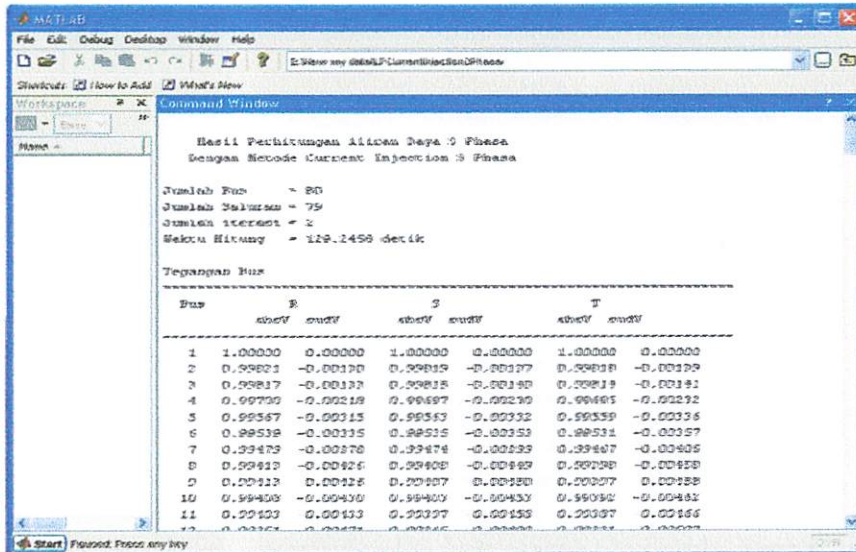
Gambar 4-7: Tampilan data dan proses penempatan TCSC

4. Menjalankan program atau tekan tombol F5



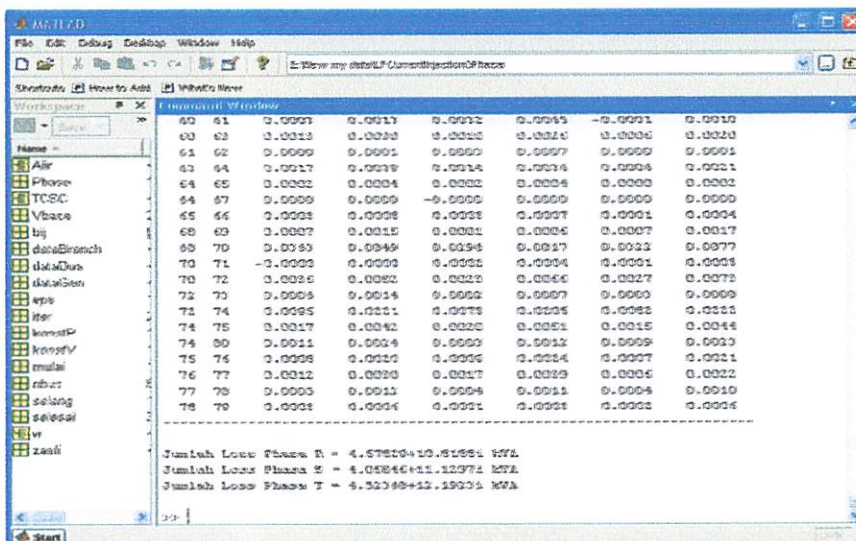
Gambar 4-8: Tampilan untuk menjalankan program

5. Tampilan hasil *load flow* awal sebelum terpasang TCSC (*Base Case*).



Gambar 4-9: Tampilan hasil program sebelum terpasang TCSC

6. Dilanjutkan dengan menekan salah satu tombol pada *keyboard* untuk mendapatkan hasil *load flow* sesudah terpasang TCSC.



Gambar 4-10: Tampilan hasil program setelah terpasang TCSC

4.5. Hasil dan Analisis Hasil

Proses perhitungan diawali dengan melakukan studi aliran daya dengan *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)*. Untuk memudahkan perhitungan dan analisa pada sistem tenaga dipakai harga satuan per-unit. Harga dasar yang dipilih pada studi ini adalah 20 kV dan 100 kVA sebagai harga tegangan dasar dan daya dasar. Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan pengukuran factor daya maka pada perhitungan ini diambil harga faktor daya sebesar 0,85.

Pemasangan TCSC pada saluran distribusi disini dilakukan secara acak sebagai salah satu contoh bahwa TCSC mampu menaikkan tegangan serta mengurangi rugi-rugi daya pada saluran distribusi. Dengan menggunakan bantuan program komputer untuk analisa aliran daya *Three-Phase Current Injection Method (TCIM)* didapatkan besarnya tegangan dan sudut fasa tiap-tiap *node*, beserta aliran daya dan rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada salah satu saluran yaitu pada saluran 12 - 13 seperti terlihat pada tabel dibawah :

TABEL 4-4
Kondisi Tegangan dan Sudut Fasa Tegangan Sebelum Dipasang TCSC
(Base Case)

Bus	Fasa					
	R		S		T	
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99331	-0.00507
13	0.99304	-0.00506	0.99297	-0.00534	0.99281	-0.00545
14	0.99300	-0.00508	0.99293	-0.00537	0.99277	-0.00548
15	0.99268	-0.00532	0.99260	-0.00562	0.99243	-0.00574
16	0.99233	-0.00557	0.99225	-0.00588	0.99206	-0.00602
17	0.99225	-0.00563	0.99217	-0.00595	0.99197	-0.00609
18	0.99205	-0.00577	0.99196	-0.00610	0.99175	-0.00625
19	0.99201	-0.00580	0.99192	-0.00614	0.99171	-0.00628

20	0.99204	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99174	-0.00626
21	0.99200	-0.00581	0.99191	-0.00614	0.99170	-0.00629
22	0.99178	-0.00597	0.99169	-0.00631	0.99148	-0.00646
23	0.99157	-0.00612	0.99148	-0.00647	0.99125	-0.00663
24	0.99139	-0.00625	0.99130	-0.00661	0.99106	-0.00677
25	0.99120	-0.00639	0.99112	-0.00675	0.99087	-0.00692
26	0.99119	-0.00640	0.99110	-0.00676	0.99086	-0.00693
27	0.99115	-0.00642	0.99107	-0.00678	0.99083	-0.00695
28	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99075	-0.00700
29	0.99110	-0.00646	0.99100	-0.00683	0.99075	-0.00701
30	0.99108	-0.00647	0.99098	-0.00685	0.99073	-0.00702
31	0.99108	-0.00648	0.99098	-0.00685	0.99072	-0.00703
32	0.99090	-0.00661	0.99080	-0.00699	0.99053	-0.00717
33	0.99081	-0.00667	0.99070	-0.00706	0.99044	-0.00724
34	0.99076	-0.00671	0.99066	-0.00710	0.99039	-0.00728
35	0.99066	-0.00678	0.99055	-0.00717	0.99028	-0.00736
36	0.99064	-0.00680	0.99053	-0.00719	0.99025	-0.00738
37	0.99048	-0.00691	0.99037	-0.00731	0.99007	-0.00752
38	0.99044	-0.00694	0.99033	-0.00734	0.99003	-0.00755
39	0.99040	-0.00697	0.99030	-0.00737	0.98999	-0.00758
40	0.99036	-0.00700	0.99026	-0.00740	0.98995	-0.00760
41	0.99035	-0.00700	0.99025	-0.00740	0.98995	-0.00761

Tabel 4-4 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

TABEL 4-5**Kondisi Tegangan dan Sudut Fasa Tegangan Sesudah Dipasang TCSC**

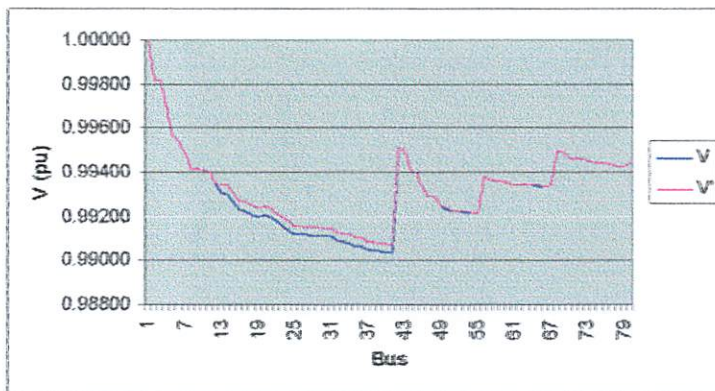
Bus	Fasa					
	R		S		T	
	V (pu)	Sud (θ)	V (pu)	Sud (θ)	V (pu)	Sud (θ)
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99332	-0.00507
13	0.99341	-0.00478	0.99335	-0.00505	0.99322	-0.00515
14	0.99338	-0.00481	0.99332	-0.00508	0.99318	-0.00518
15	0.99306	-0.00504	0.99299	-0.00533	0.99283	-0.00544
16	0.99271	-0.00530	0.99264	-0.00559	0.99246	-0.00572
17	0.99263	-0.00536	0.99255	-0.00566	0.99238	-0.00578
18	0.99243	-0.00550	0.99235	-0.00581	0.99216	-0.00595
19	0.99239	-0.00553	0.99230	-0.00585	0.99211	-0.00598
20	0.99242	-0.00551	0.99234	-0.00582	0.99215	-0.00596
21	0.99238	-0.00554	0.99230	-0.00585	0.99210	-0.00599
22	0.99216	-0.00569	0.99208	-0.00602	0.99188	-0.00616

23	0.99195	-0.00585	0.99186	-0.00618	0.99165	-0.00633
24	0.99177	-0.00598	0.99168	-0.00632	0.99147	-0.00647
25	0.99158	-0.00611	0.99150	-0.00646	0.99128	-0.00661
26	0.99157	-0.00612	0.99149	-0.00647	0.99126	-0.00662
27	0.99153	-0.00615	0.99145	-0.00649	0.99123	-0.00665
28	0.99149	-0.00618	0.99139	-0.00654	0.99116	-0.00670
29	0.99148	-0.00618	0.99139	-0.00654	0.99116	-0.00670
30	0.99146	-0.00620	0.99137	-0.00656	0.99113	-0.00672
31	0.99146	-0.00620	0.99136	-0.00656	0.99113	-0.00673
32	0.99128	-0.00633	0.99118	-0.00670	0.99094	-0.00687
33	0.99119	-0.00640	0.99109	-0.00677	0.99084	-0.00694
34	0.99114	-0.00643	0.99104	-0.00681	0.99079	-0.00698
35	0.99104	-0.00651	0.99094	-0.00688	0.99068	-0.00706
36	0.99102	-0.00652	0.99091	-0.00690	0.99065	-0.00708
37	0.99086	-0.00664	0.99075	-0.00702	0.99048	-0.00721
38	0.99082	-0.00667	0.99072	-0.00705	0.99044	-0.00724
39	0.99078	-0.00670	0.99068	-0.00708	0.99040	-0.00727
40	0.99074	-0.00672	0.99065	-0.00711	0.99036	-0.00730
41	0.99073	-0.00673	0.99064	-0.00711	0.99035	-0.00731

Tabel 4-5. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

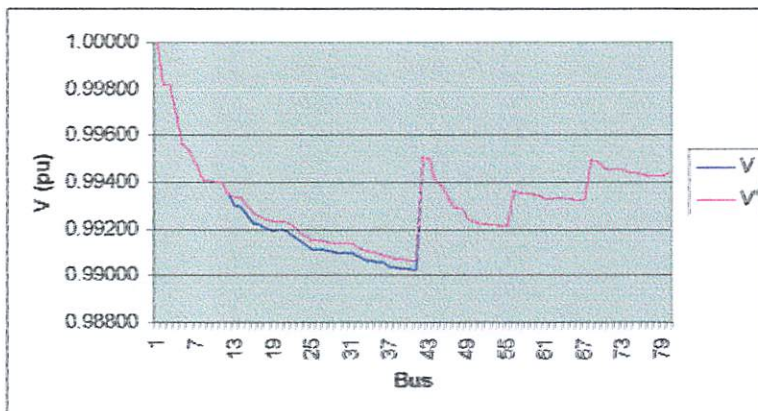
Dari tabel 4-4 dan 4-5 di atas dapat dilihat tegangan dan sudut fasa tegangan pada fasa R, S, dan T kondisi sebelum dan sesudah terpasang TCSC dimana tegangan pada tiap-tiap bus mengalami kenaikan setelah dipasang TCSC dan tegangan terendah terjadi pada bus 41 yaitu pada fasa R dari 0.99035 pu kondisi sebelum terpasang TCSC menjadi 0.99073 pu kondisi sesudah terpasang TCSC, pada fasa S dari 0.99025 pu menjadi 0.99064 pu dan pada fasa T dari 0.98995 pu menjadi 0.99035 pu.

- Berikut grafik keadaan tegangan sebelum dan sesudah terpasang TCSC disaluran 12-13 pada masing masing fasa.



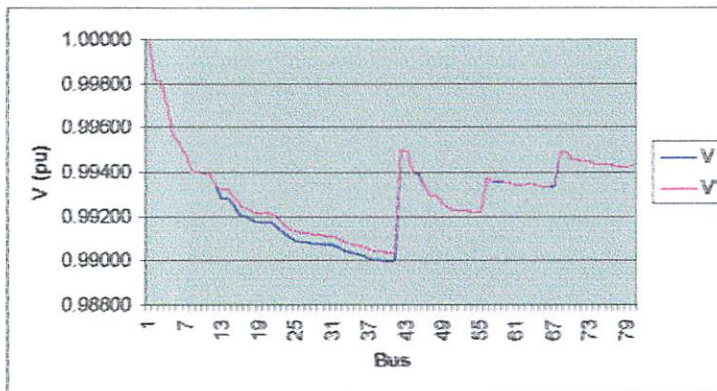
V : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC
V' : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC

Grafik 4-1: Keadaan Tegangan Sebelum Dan Sesudah Terpasang TCSC Pada Fasa R



V : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC
V' : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC

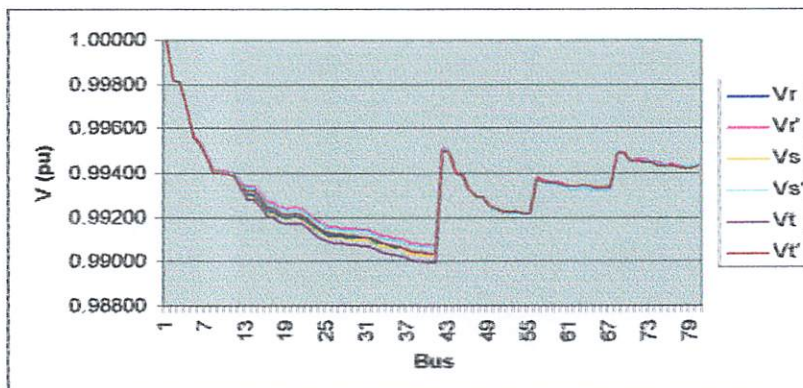
Grafik 4-2: Keadaan Tegangan Sebelum Dan Sesudah Terpasang TCSC Pada Fasa S



V : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC
V' : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC

Grafik 4-3: Keadaan Tegangan Sebelum Dan Sesudah Terpasang TCSC Pada Fasa T

Berikut adalah tampilan grafik keseluruhan keadaan tegangan sebelum dan sesudah terpasang TCSC di saluran 12 – 13 pada fasa R, S dan T.



Keterangan :

- V_r** : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC pada Fasa R.
- V_r'** : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa R.
- V_s** : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC pada Fasa S.
- V_s'** : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa S.
- V_t** : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC pada Fasa T.
- V_t'** : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa T.

Grafik 4-4: Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 12 – 13 pada Fasa R, S dan T

Dari grafik di atas dapat dilihat kondisi tegangan sebelum dan sesudah terpasang TCSC dimana TCSC dapat mempengaruhi kenaikan tegangan pada bus-bus pada saluran yang berada setelah TCSC dipasang pada fasa R, S dan T dimana tegangan terendah terjadi pada bus 41 yaitu pada fasa R: 0.99035 pu, S: 0.99025 pu dan T: 0.98995 pu, dan setelah dipasang TCSC tegangan pada tiap-tiap fasa mengalami kenaikan yaitu pada fasa R menjadi 0.99073 pu, S: 0.99064 pu dan T: 0.99035 pu.

TABEL 4-6
Kondisi Aliran Daya Sebelum Dipasang TCSC (Base Case)

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
12	13	455.710	283.728	429.312	267.127	499.006	310.497
13	12	-455.595	-283.455	-429.213	-266.843	-498.865	-310.131
13	14	25.934	16.084	21.327	13.214	28.363	17.572
14	13	-25.934	-16.083	-21.326	-13.213	-28.362	-17.570
13	15	429.661	267.370	407.887	253.628	470.502	292.559
15	13	-429.579	-267.173	-407.814	-253.421	-470.400	-292.295
15	16	427.607	265.950	404.894	251.612	466.881	290.115
16	15	-427.527	-265.760	-404.824	-251.413	-466.784	-289.863
16	17	61.727	38.303	57.616	35.715	66.625	41.291
17	16	-61.725	-38.296	-57.614	-35.708	-66.622	-41.283
16	22	365.800	227.458	347.208	215.699	400.159	248.571
22	16	-365.693	-227.202	-347.113	-215.430	-400.027	-248.230
17	18	47.064	29.204	45.965	28.491	56.434	34.973
18	17	-47.059	-29.193	-45.961	-28.478	-56.426	-34.955
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.167	-24.674	-15.289	-23.665	-14.659
18	20	27.447	17.025	21.286	13.188	32.760	20.294
20	18	-27.447	-17.025	-21.286	-13.188	-32.760	-20.294
20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.208	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.238	221.339	340.999	211.641	389.609	241.777
23	22	-356.197	-221.242	-340.962	-211.538	-389.559	-241.647

23	24	334.874	208.015	318.705	197.748	367.857	228.206
24	23	-334.843	-207.940	-318.678	-197.669	-367.818	-228.105
24	25	60.620	37.614	49.879	30.914	56.097	34.757
25	24	-60.613	-37.598	-49.875	-30.902	-56.091	-34.742

Tabel 4-6 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

TABEL 4-7
Kondisi Aliran Daya Sesudah Dipasang TCSC

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
12	13	455.616	283.494	429.226	266.897	498.900	310.218
13	12	-455.593	-283.439	-429.207	-266.841	-498.872	-310.145
13	14	25.934	16.084	21.326	13.214	28.364	17.573
14	13	-25.934	-16.082	-21.326	-13.213	-28.363	-17.571
13	15	429.659	267.355	407.880	253.626	470.508	292.572
15	13	-429.577	-267.159	-407.808	-253.419	-470.407	-292.308
15	16	427.605	265.935	404.887	251.610	466.888	290.128
16	15	-427.525	-265.746	-404.818	-251.412	-466.791	-289.876
16	17	61.727	38.301	57.615	35.715	66.626	41.293
17	16	-61.724	-38.294	-57.613	-35.708	-66.623	-41.285
16	22	365.798	227.445	347.202	215.697	400.164	248.583
22	16	-365.691	-227.190	-347.108	-215.428	-400.033	-248.241
17	18	47.064	29.203	45.965	28.491	56.435	34.975
18	17	-47.059	-29.191	-45.960	-28.478	-56.427	-34.956
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.166	-24.674	-15.289	-23.666	-14.660
18	20	27.447	17.024	21.285	13.188	32.761	20.295
20	18	-27.447	-17.024	-21.285	-13.188	-32.761	-20.295
20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.207	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.236	221.327	340.993	211.640	389.615	241.788
23	22	-356.196	-221.230	-340.957	-211.537	-389.565	-241.659
23	24	334.872	208.003	318.700	197.747	367.863	228.216
24	23	-334.841	-207.929	-318.673	-197.668	-367.824	-228.116
24	25	60.620	37.612	49.878	30.914	56.098	34.759
25	24	-60.613	-37.597	-49.874	-30.902	-56.092	-34.744

Tabel 4-7 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Dari tabel 4-6 dan 4-7 di atas dapat dilihat kondisi aliran daya tiap-tiap fasa pada kondisi sebelum dan sesudah terpasang TCSC pada saluran 12 - 13, dimana tanda (-) dan (+) menyatakan arah aliran daya yang mengalir dari satu bus ke bus lainnya, dimana pada fasa R daya aktif yang mengalir dari 455.710 kW menjadi 455.616 kW sedangkan daya reaktif dari 283.728 kVAR menjadi 283.494 kVAR, pada fasa S daya aktif dari 429.312 kW menjadi 429.226 kW sedangkan daya reaktif dari 267.127 kVAR menjadi 266.897 kVAR dan pada fasa T daya aktif dari 499.006 kW menjadi 498.900 kW sedangkan daya reaktif dari 310.497 kVAR menjadi 310.218 kVAR setelah dipasang TCSC.

TABEL 4-8
Rugi-rugi Daya Saluran Sebelum Dipasang TCSC

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019
10	12	0.1496	0.3559	0.1304	0.3705	0.1786	0.4650
12	13	0.1148	0.2733	0.0990	0.2839	0.1414	0.3659
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016
13	15	0.0825	0.1968	0.0728	0.2073	0.1016	0.2637
15	16	0.0796	0.1897	0.0698	0.1988	0.0974	0.2527
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084
16	22	0.1070	0.2553	0.0945	0.2689	0.1316	0.3415
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005
22	23	0.0404	0.0966	0.0366	0.1034	0.0497	0.1293
23	24	0.0313	0.0748	0.0278	0.0792	0.0389	0.1009
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150
24	28	0.0404	0.0974	0.0387	0.1094	0.0545	0.1406
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008

25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
30	32	0.0237	0.0572	0.0226	0.0636	0.0311	0.0805
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0358
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0116	0.0058	0.0150
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0294
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0417
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0036	0.0089
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001

Tabel 4-8 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

TABEL 4-9
Rugi-rugi Daya Saluran Sesudah Dipasang TCSC

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019
10	12	0.1495	0.3557	0.1303	0.3702	0.1785	0.4646
12	13	0.0229	0.0546	0.0198	0.0567	0.0283	0.0731
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016
13	15	0.0824	0.1966	0.0728	0.2072	0.1016	0.2635
15	16	0.0795	0.1895	0.0697	0.1987	0.0973	0.2525
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084
16	22	0.1070	0.2551	0.0944	0.2687	0.1315	0.3412
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005
22	23	0.0404	0.0966	0.0366	0.1033	0.0497	0.1292
23	24	0.0313	0.0747	0.0278	0.0791	0.0389	0.1008
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150
24	28	0.0403	0.0973	0.0387	0.1093	0.0544	0.1405
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008

25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
30	32	0.0237	0.0571	0.0226	0.0636	0.0311	0.0804
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0357
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0115	0.0058	0.0150
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0293
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0416
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0035	0.0089
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001

Tabel 4-9 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Dari tabel 4-8 dan 4-9 dapat dilihat rugi-rugi daya saluran pada fasa R, S, dan T kondisi sebelum dan sesudah terpasang TCSC pada saluran 12 -13 dimana rugi-rugi daya saluran mengalami penurunan yaitu pada fasa R daya aktif dari 0.1148 kW menjadi 0.0229 kW sedangkan daya reaktifnya dari 0.2733 kVAR menjadi 0.0546 kVAR, pada fasa S daya aktif dari 0.0990 kW menjadi 0.0198 sedangkan daya reaktifnya dari 0.2893 kVAR menjadi 0.0567 kVAR dan pada fasa T daya aktif dari 0.1414 kW menjadi 0.0283 kW sedangkan daya reaktifnya dari 0.3659 kVAR menjadi 0.0731 kVAR setelah dipasang TCSC.

- Total rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 12 - 13 adalah sebagai berikut :

TABEL 4 - 10
Rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC
pada saluran 12 - 13

Kondisi	Rugi Daya (kVA)		
	R	S	T
Sebelum disasang TCSC	4.67173+11.0413i	4.1391+11.3608i	4.63877+12.4902i
Sesudah dipasang TCSC	4.57829+10.8188i	4.05846+11.1297i	4.52368+12.1923i
Selisih	0.09344+0.2225i	0.08064+0.2311i	0.11509+0.2979i

Dari tabel 4-10 dapat dilihat rugi-rugi daya total yang terjadi pada tiap-tiap fasa kondisi sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 12 - 13, dimana :

Pada fasa R :

Sebelum terpasang TCSC.

$$S = P + jQ$$

$$= 4.67173 + j11.0413 = 11.9889 \text{ kVA.}$$

Sesudah dipasang TCSC menjadi :

$$S = 4.57829 + j10.8188 = 11.7476 \text{ kVA.}$$

Atau mengalami penurunan sebesar 2.054 %.

Pada fasa S :

Sebelum terpasang TCSC.

$$S = P + jQ$$

$$= 4.1391 + j11.3608 = 12.0913 \text{ kVA.}$$

Sesudah dipasang TCSC menjadi :

$$S = 4.05846 + j11.1297 = 11.8465 \text{ kVA.}$$

Atau mengalami penurunan sebesar 2.066 %.

Pada fasa T :

Sebelum terpasang TCSC.

$$S = P + jQ$$

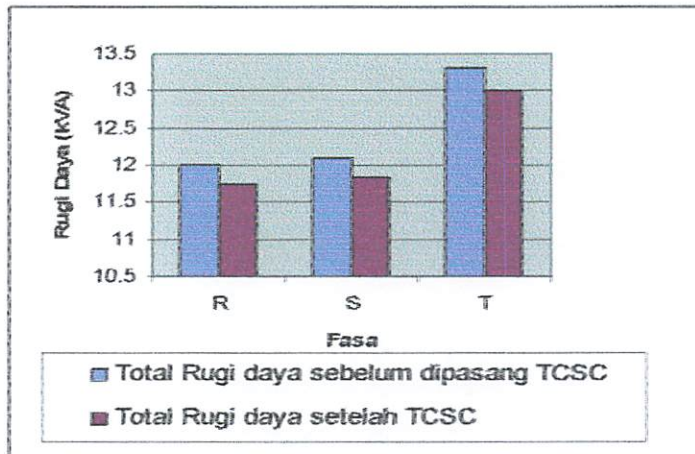
$$= 4.63877 + j12.4902 = 13.3237 \text{ kVA.}$$

Sesudah dipasang TCSC menjadi :

$$S = 4.52368 + j12.1923 = 13.0044 \text{ kVA.}$$

Atau mengalami penurunan sebesar 2.455 %.

- Berikut adalah tampilan grafik rugi-rugi daya saluran yang dapat ditekan setelah TCSC dipasang pada saluran 12 – 13.



Grafik 4-5: Total Rugi-rugi Daya Saluran Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 12 -13 pada Fasa R, S dan T

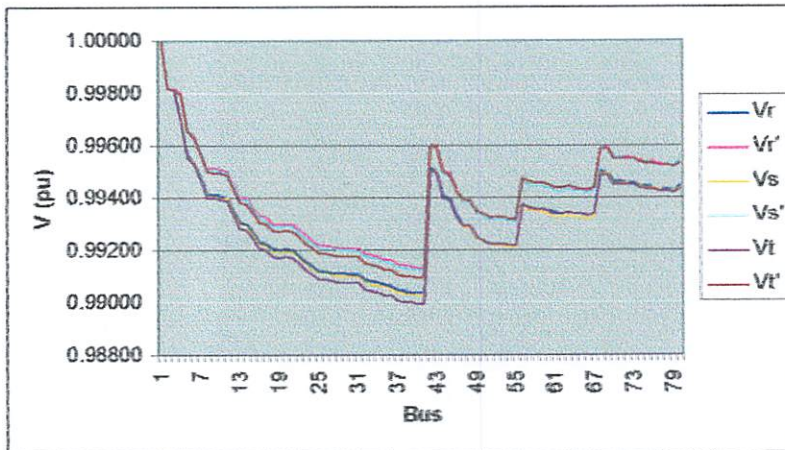
Dari grafik 4-5 diatas dapat dilihat besarnya rugi-rugi daya keseluruhan yang dapat ditekan setelah dipasang TCSC di saluran 12-13 dimana rugi-rugi daya yang dapat ditekan pada fasa R sebesar 2.054 %, pada fasa S sebesar 2.066 % dan pada fasa T sebesar 2.455 %.

- Berikut hasil rugi-rugi daya dan grafik tegangan setelah TCSC dipasang di beberapa saluran :

TABEL 4 – 11

Rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 2-4

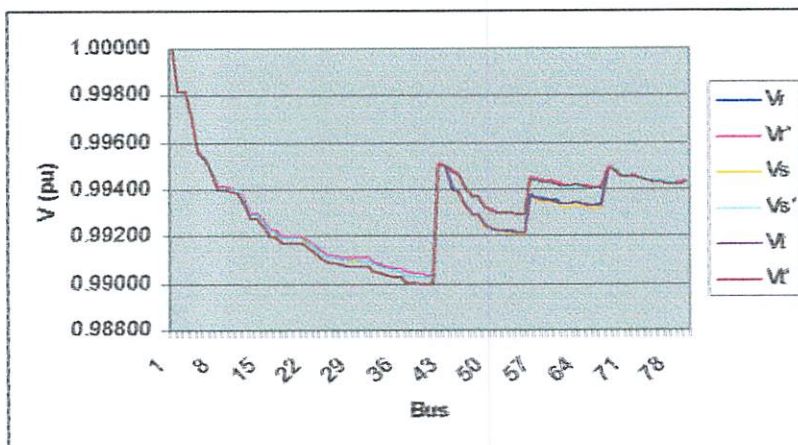
Kondisi	Rugi Daya (kVA)		
	R	S	T
Sebelum disasang TCSC	4.67173+11.0413i	4.1391+11.3608i	4.63877+12.4902i
Sesudah dipasang TCSC	4.03547+9.53978i	3.57807+9.82542i	4.02433+10.8282i
Selisih	0.63626+1.50152i	0.56103+1.53538i	0.61444+1.6620i



Grafik 4-6: Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 2 – 4 pada Fasa R, S dan T

TABEL 4 – 12
Rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 43-44

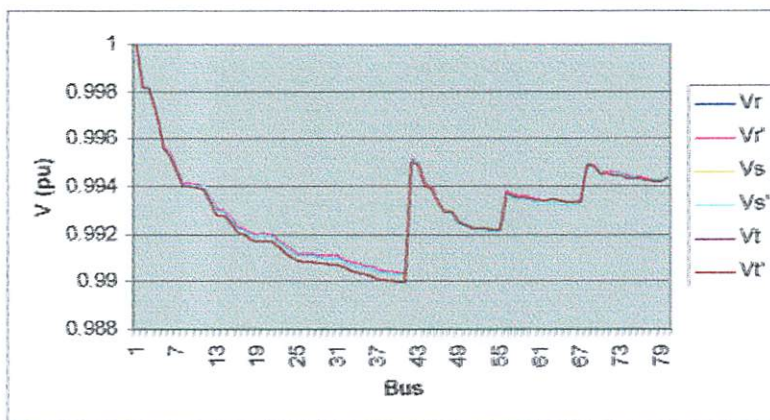
Kondisi	Rugi Daya (kVA)		
	R	S	T
Sebelum disasang TCSC	$4.67173+11.0413i$	$4.1391+11.3608i$	$4.63877+12.4902i$
Sesudah dipasang TCSC	$4.54123+10.7316i$	$4.00093+11.0131i$	$4.55022+12.2225i$
Selisih	$0.13050+0.3087i$	$0.13817+0.3477i$	$0.08855+0.2677i$



Grafik 4-7: Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 43 – 44 pada Fasa R, S dan T

TABEL 4 – 13
Rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC
pada saluran 40-41

Kondisi	Rugi Daya (kVA)		
	R	S	T
Sebelum disasang TCSC	4.67173+11.0413i	4.1391+11.3608i	4.63877+12.4902i
Sesudah dipasang TCSC	4.67169+11.0412i	4.13907+11.3608i	4.63874+12.4901i
Selisih	0.00004+0.0001i	0.00093+0.0000 i	0.00003+0.0001i



Grafik 4-8: Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC
di Saluran 40 – 41 pada Fasa R, S dan T

TABEL 4 - 14
Rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC
pada saluran 28-30

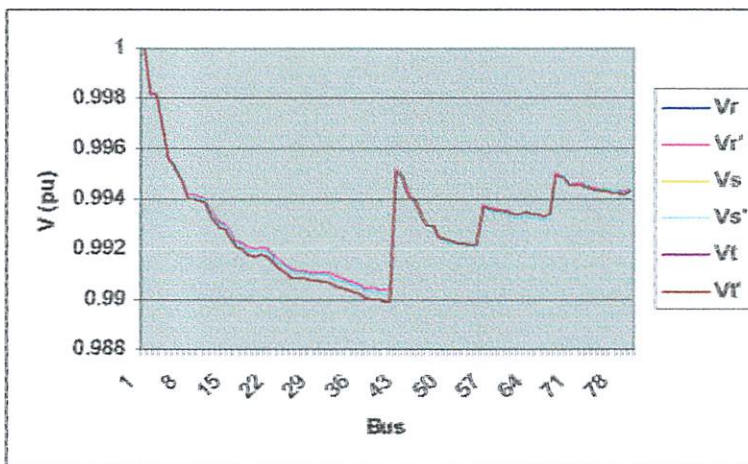
Kondisi	Rugi Daya (kVA)		
	R	S	T
Sebelum disasang TCSC	4.67173+11.0413i	4.1391+11.3608i	4.63877+12.4902i
Sesudah dipasang TCSC	4.66904+11.0348i	4.1366+11.3537i	4.63507+12.4807i
Selisih	0.00259+0.0065i	0.0025+0.0071 i	0.00370+0. 0095i



Grafik 4-9: Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 28 – 30 pada Fasa R, S dan T

TABEL 4 - 15
Rugi-rugi daya saluran sebelum dan sesudah dipasang TCSC pada saluran 20-21

Kondisi	Rugi Daya (kVA)		
	R	S	T
Sebelum disasang TCSC	$4.67173+11.0413i$	$4.1391+11.3608i$	$4.63877+12.4902i$
Sesudah dipasang TCSC	$4.6716+11.041i$	$4.13901+11.3606i$	$4.63861+12.4898i$
Selisih	$0.00013+0.003i$	$0.00009+0.0002i$	$0.00016+0.0004i$



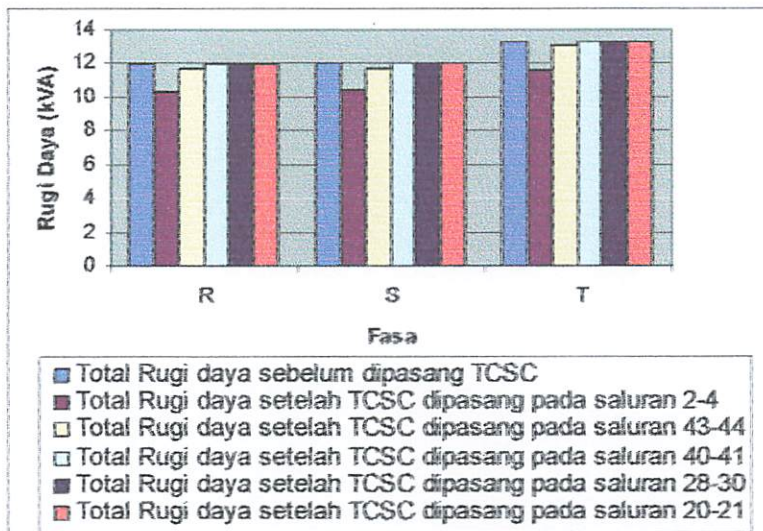
Grafik 4-10: Keadaan Tegangan Sebelum dan Sesudah Terpasang TCSC di Saluran 20 – 21 pada Fasa R, S dan T

Keterangan :

- V_r : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC pada Fasa R.**
- V_r' : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa R.**
- V_s : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC pada Fasa S.**
- V_s' : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa S.**
- V_t : Keadaan Tegangan Sebelum Terpasang TCSC pada Fasa T.**
- V_t' : Keadaan Tegangan Sesudah Terpasang TCSC pada Fasa T.**

Tabel 4-11 sampai 4-15 dan grafik 4-6 sampai 4-10 menunjukkan contoh hasil rugi-rugi daya apabila TCSC dipasang beberapa saluran yaitu pada saluran paling awal (saluran 2-4), tengah (saluran 43-44), ujung (saluran 40-41) serta pada saluran terpendek (saluran 28-30) dan terpanjang (saluran 20-21) dimana nilai rugi-rugi daya saluran yang dapat ditekan dan tegangan yang dapat dinaikkan akan berbeda, tergantung dari penempatan TCSC itu sendiri. Seperti terlihat pada tabel dan grafik diatas terlihat nilai rugi-rugi daya saluran terbesar yang dapat ditekan dan tegangan yang dapat dinaikkan pada saat dilakukan pemasangan TCSC pada saluran 2-4 dimana rugi daya saluran yang dapat ditekan yaitu pada fasa R sebesar $0.63626+1.50152i$ kVA, pada fasa S sebesar $0.56103+1.53538i$ kVA dan pada fasa T sebesar $0.61444+1.6620i$. Data selengkapnya untuk hasil perhitungan dari tabel dan grafik di atas dapat dilihat pada lampiran B.

- Berikut adalah tampilan grafik rugi-rugi daya saluran yang dapat ditekan setelah dilakukan pemasangan TCSC di beberapa saluran.



Garfik 4-11: Total Rugi-rugi Daya Saluran Sebelum dan Sesudah Terpasang di Beberapa Saluran

Dari grafik 4-11 diatas dapat dilihat total rugi-rugi daya saluran yang dapat ditekan setelah dilakukan pemasangan TCSC di beberapa saluran dimana rugi-rugi daya saluran terbesar yang dapat ditekan pada saat TCSC dipasang pada saluran 2-4 yaitu pada fasa R sebesar $0.63626+1.50152i$ kVA, pada fasa S sebesar $0.56103+1.53538i$ kVA dan pada fasa T sebesar $0.61444+1.6620i$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang didapat dengan bantuan program komputer dapat ditarik kesimpulan :

1. Analisis pemasangan TCSC pada saluran distribusi primer tipe radial tidak seimbang sesuai dilakukan menggunakan *Three-Phase Current Injection Method* baik keadaan sebelum ataupun sesudah terpasang TCSC karena formulasi TCSC dapat dimasukkan kedalam formulasi TCIM sebagai matrik sisipan tambahan.
2. Setelah dilakukan simulasi program pemasangan TCSC pada sistem distribusi tipe radial tidak seimbang di beberapa saluran, rugi rugi daya saluran terbesar yang dapat ditekan adalah pada saat dilakukan pemasangan TCSC pada saluran paling awal yaitu pada saluran 2-4 dimana rugi-rugi daya saluran yang dapat ditekan pada fasa R mencapai 13.602 %, pada fasa S ; 13.519 % dan pada fasa T ; 13.299 %.
3. Pemasangan TCSC pada saluran distribusi dapat menaikkan profil tegangan pada bus yang berada setelah TCSC dipasang dimana tegangan terendah terjadi pada bus 41 yaitu tegangan sebelum dipasang TCSC pada fasa R ; 0.99035 pu, pada fasa S ; 0.99025 pu dan pada fasa T ; 0.98995 pu, dan setelah dilakukan

pemasangan TCSC di beberapa saluran kenaikan tegangan tertinggi terjadi setelah TCSC dipasang pada saluran 2-4 dimana tegangan pada fasa R menjadi 0.99133 pu, pada fasa S ; 0.99124 pu dan pada fasa T ; 0.99095 pu atau mengalami kenaikan tegangan pada fasa R sebesar 0.098 %, pada fasa S ; 0.099 % dan pada fasa T ; 0.101 %.

4. Iterasi yang dibutuhkan dalam proses pengulangan untuk kasus yang ditinjau relatif sedikit yaitu dua iterasi sedangkan waktu perhitungan yang diperlukan tergantung dari spesifikasi komputer yang digunakan, dalam perhitungan dengan menggunakan komputer dengan spesifikasi *Pentium (R), Processor 2.80 GHz, RAM 480 MB*, waktu perhitungan berkisar antara 14.533 detik sampai dengan 14.812 detik.

5.2. Saran

Analisis TCSC sebagai kontrol tegangan yang dibahas pada skripsi ini hanya sebatas pengkajian seberapa besar pengaruh dari pemasangan TCSC pada sistem distribusi tipe radial, sehingga perlu dikembangkan lagi pada penelitian lebih lanjut untuk sistem distribusi yang lain seperti sistem *loop* dan perlu dilakukan analisa optimasi penempatan TCSC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Paulo Augusto N. Garcia, Jose Luiz R. Pereira and Sandoval Carneiro, "Voltage Control Devices Model for Distribution Power Flow Analysis." IEEE Trans on power system, vol.16.No 4, November 2001.
- [2]. Stevenson, William D, Jr, "Analisis Sistem Tenaga", Penerbit Erlangga edisi keempat, 1996.
- [3]. Basri, Hasan, "Sistem Distribusi", Balai penerbit dan Humas ISTN, 1990.
- [4]. Paula A. N. Garcia, Jose luiz R. Pereira, Sandoval Carneiro, Jr., Vander M. da Costa, and Nelson Martin, "Three-Phase Power Flow Calculations Using Current Injection Method", IEEE Transaction Power Systems. Vol. 15, No.2, May 2000.
- [5]. G. Glanzmann, G.Andersson, "Coordinated control of FACTS Device based on Optimal Power Flow". Electric Power System Research.
- [6]. S.Gerbex, R. Cherkaoui, J. Germond "Optimal location of multi-type FACTS Devices in a power system by means of Genetic Algorithms" IEEE Transaction On Power Systems, Vol 16, no.3, 2001.
- [7]. K. A. STROUD, Sucipto, Erwin, "Matematika Untuk Teknik", Penerbit Erlangga edisi keempat, 1997.
- [8]. Djiteng Marsudi, "Operasi Sistem Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan Humas ISTN, 1990.
- [9]. Jen-Hao TENG, "A Network-Topologi-based Three-Phase Load Flow For Distribution Systems" Proc. Sci. Councl. ROC(A) Vol. 24, No. 4, 2000, pp.259-264.
- [10]. PT. PLN Pesero Unit Pelayanan Jaringan Pandaan, Pandaan.
- [11]. SPLN-64, "Petunjuk pemilihan dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah", Perusahaan Umum Listrik Negara, 1985.
- [12]. Turan Gonen, "Elektrik Power Distribution System Engenering", University of Missouri at Columbia.

LAMPPIRAN A
DATA SALURAN
DAN
DATA PEMBEBANAN

DATA PANJANG SALURAN PENYUANG KERON WARIS

No	Dari	Ke	Panjang
Saluran	Node	Node	(m)
1	1	2	534
2	2	3	585
3	2	4	367
4	4	5	409
5	5	6	87
6	6	7	363
7	7	8	428
8	8	9	49
9	8	10	35
10	10	11	830
11	10	12	415
12	12	13	362
13	13	14	506
14	13	15	293
15	15	16	285
16	16	17	467
17	17	18	1437
18	18	19	654
19	18	20	111
20	20	21	2218
21	16	22	524
22	22	23	209
23	23	24	183
24	24	25	1163
25	25	26	147
26	25	27	770
27	24	28	356
28	28	29	55
29	28	30	33
30	30	31	210
31	30	32	247
32	32	33	141
33	33	34	88
34	34	35	221
35	35	36	225
36	35	37	551
37	37	38	244
38	37	39	397
39	39	40	306
40	40	41	198
41	6	42	179

42	42	43	108
43	43	44	1191
44	44	45	155
45	45	46	1339
46	46	47	804
47	47	48	868
48	47	49	1242
49	49	50	388
50	50	51	368
51	51	52	152
52	51	53	152
53	53	54	611
54	54	55	192
55	45	56	637
56	56	57	586
57	57	58	249
58	58	59	839
59	58	60	497
60	60	61	1770
61	61	62	664
62	60	63	419
63	63	64	1208
64	64	65	153
65	65	66	1539
66	64	67	773
67	42	68	252
68	68	69	274
69	68	70	713
70	70	71	192
71	70	72	77
72	72	73	190
73	72	74	384
74	74	75	175
75	75	76	104
76	76	77	418
77	77	78	473
78	78	79	817
79	74	80	344

DATA PEMBEBANAN SISTEM 20 KV PENYULANG KEBON WARIS

No. Bus	R		S		T	
	P (kW)	Q (KVAR)	P (kW)	Q (KVAR)	P (kW)	Q (KVAR)
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	24.181	14.986	26.846	16.638	17.786	11.023
4	9.768	6.054	10.098	6.258	10.945	6.783
5	31.749	19.676	32.360	20.055	33.524	20.776
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	40.012	24.797	40.392	25.033	46.609	28.886
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	38.397	23.796	26.030	16.132	32.987	20.443
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	18.934	11.734	23.926	14.828	23.694	14.684
12	29.907	18.535	29.007	17.977	25.819	16.001
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	25.934	16.072	21.323	13.215	28.365	17.579
15	1.972	1.222	2.920	1.809	3.519	2.181
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	14.661	9.086	11.647	7.218	10.190	6.315
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	19.611	12.154	24.671	15.290	23.669	14.669
20	20.664	12.806	15.300	9.482	25.400	15.741
21	6.783	4.204	5.981	3.707	7.364	4.564
22	9.455	5.859	6.113	3.789	10.419	6.457
23	21.323	13.215	22.253	13.791	21.706	13.452
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	37.213	23.063	30.328	18.796	35.343	21.904
27	23.399	14.501	19.536	12.108	20.757	12.864
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	16.643	10.314	18.887	11.705	16.754	10.383
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	5.448	3.376	3.825	2.371	11.989	7.430
32	25.888	16.044	31.023	19.227	33.380	20.687
33	41.703	25.845	39.573	24.525	44.544	27.606
34	24.901	15.432	28.166	17.455	23.718	14.699
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	40.571	25.143	42.646	26.430	43.967	27.248
37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	43.217	26.784	49.562	30.716	62.741	38.883
39	34.752	21.538	18.057	11.191	33.233	20.596
40	28.305	17.542	25.469	15.785	30.409	18.846
41	12.679	7.857	11.434	7.086	10.901	6.756
42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

43	36.499	22.620	31.935	19.791	22.627	14.023
44	29.191	18.091	33.660	20.861	21.325	13.216
45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	18.360	11.379	10.166	6.300	12.889	7.988
47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	22.759	14.105	16.065	9.956	14.726	9.127
49	14.663	9.087	15.096	9.356	19.786	12.262
50	26.487	16.415	19.699	12.208	16.680	10.338
51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	20.930	12.971	25.000	15.494	23.333	14.460
53	42.270	26.196	25.548	15.833	35.476	21.986
54	10.846	6.722	8.415	5.215	9.812	6.081
55	23.205	14.381	31.175	19.320	19.916	12.343
56	14.785	9.163	15.050	9.327	24.671	15.290
57	4.651	2.883	12.985	8.047	4.438	2.750
58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
59	8.490	5.262	11.047	6.846	8.260	5.119
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
61	7.300	4.524	15.767	9.771	5.284	3.274
62	7.667	4.752	16.794	10.408	7.203	4.464
63	14.793	9.168	11.926	7.391	13.490	8.360
64	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
65	16.713	10.358	15.613	9.676	10.472	6.490
66	11.805	7.316	10.519	6.519	7.558	4.684
67	1.550	0.961	0.775	0.480	2.519	1.561
68	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
69	39.449	24.448	22.860	14.167	40.354	25.009
70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
71	9.425	5.841	23.244	14.405	21.417	13.273
72	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
73	45.743	28.349	29.325	18.174	33.041	20.477
74	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
75	8.645	5.357	10.226	6.338	7.426	4.602
76	28.688	17.779	25.582	15.854	34.770	21.549
77	17.129	10.616	24.721	15.320	12.349	7.653
78	12.016	7.447	13.566	8.407	9.648	5.979
79	14.858	9.208	9.945	6.163	13.490	8.360
80	44.575	27.625	28.244	17.504	41.037	25.433

LAMPIRAN B

DATA

HASIL PERHITUNGAN

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SEBELUM
DIPASANG TCSC (BASE CASE)**

Bus	Fasa											
	R				S				T			
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)
1	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	0.99821	-0.00130	0.99819	-0.00137	0.99815	-0.00140	0.99814	-0.00139	0.99818	-0.00139	0.99818	-0.00139
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.00140	0.99815	-0.00140	0.99814	-0.00141	0.99814	-0.00141	0.99814	-0.00141
4	0.99700	-0.00218	0.99697	-0.00230	0.99697	-0.00230	0.99695	-0.00232	0.99695	-0.00232	0.99695	-0.00232
5	0.99567	-0.00315	0.99563	-0.00332	0.99563	-0.00332	0.99559	-0.00336	0.99559	-0.00336	0.99559	-0.00336
6	0.99539	-0.00335	0.99535	-0.00353	0.99535	-0.00353	0.99531	-0.00357	0.99531	-0.00357	0.99531	-0.00357
7	0.99479	-0.00378	0.99474	-0.00399	0.99474	-0.00399	0.99467	-0.00405	0.99467	-0.00405	0.99467	-0.00405
8	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00449	0.99408	-0.00449	0.99398	-0.00458	0.99398	-0.00458	0.99398	-0.00458
9	0.99413	-0.00426	0.99407	-0.00450	0.99407	-0.00450	0.99397	-0.00458	0.99397	-0.00458	0.99397	-0.00458
10	0.99408	-0.00430	0.99403	-0.00453	0.99403	-0.00453	0.99392	-0.00462	0.99392	-0.00462	0.99392	-0.00462
11	0.99403	-0.00433	0.99397	-0.00458	0.99397	-0.00458	0.99387	-0.00466	0.99387	-0.00466	0.99387	-0.00466
12	0.99361	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99345	-0.00498	0.99331	-0.00507	0.99331	-0.00507	0.99331	-0.00507
13	0.99304	-0.00506	0.99297	-0.00534	0.99297	-0.00534	0.99281	-0.00545	0.99281	-0.00545	0.99281	-0.00545
14	0.99300	-0.00508	0.99293	-0.00537	0.99293	-0.00537	0.99277	-0.00548	0.99277	-0.00548	0.99277	-0.00548
15	0.99268	-0.00532	0.99260	-0.00562	0.99260	-0.00562	0.99243	-0.00574	0.99243	-0.00574	0.99243	-0.00574
16	0.99233	-0.00557	0.99225	-0.00588	0.99225	-0.00588	0.99206	-0.00602	0.99206	-0.00602	0.99206	-0.00602
17	0.99225	-0.00563	0.99217	-0.00595	0.99217	-0.00595	0.99197	-0.00609	0.99197	-0.00609	0.99197	-0.00609
18	0.99205	-0.00577	0.99196	-0.00610	0.99196	-0.00610	0.99175	-0.00625	0.99175	-0.00625	0.99175	-0.00625
19	0.99201	-0.00580	0.99192	-0.00614	0.99192	-0.00614	0.99171	-0.00628	0.99171	-0.00628	0.99171	-0.00628
20	0.99204	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99196	-0.00611	0.99174	-0.00626	0.99174	-0.00626	0.99174	-0.00626
21	0.99200	-0.00581	0.99191	-0.00614	0.99191	-0.00614	0.99170	-0.00629	0.99170	-0.00629	0.99170	-0.00629
22	0.99178	-0.00597	0.99169	-0.00631	0.99169	-0.00631	0.99148	-0.00646	0.99148	-0.00646	0.99148	-0.00646
23	0.99157	-0.00612	0.99148	-0.00647	0.99148	-0.00647	0.99125	-0.00663	0.99125	-0.00663	0.99125	-0.00663
24	0.99139	-0.00625	0.99130	-0.00661	0.99130	-0.00661	0.99106	-0.00677	0.99106	-0.00677	0.99106	-0.00677
25	0.99120	-0.00639	0.99112	-0.00675	0.99112	-0.00675	0.99087	-0.00692	0.99087	-0.00692	0.99087	-0.00692
26	0.99119	-0.00640	0.99110	-0.00676	0.99110	-0.00676	0.99086	-0.00693	0.99086	-0.00693	0.99086	-0.00693
27	0.99115	-0.00642	0.99107	-0.00678	0.99107	-0.00678	0.99083	-0.00695	0.99083	-0.00695	0.99083	-0.00695
28	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99101	-0.00683	0.99075	-0.00700	0.99075	-0.00700	0.99075	-0.00700
29	0.99110	-0.00646	0.99100	-0.00683	0.99100	-0.00683	0.99075	-0.00701	0.99075	-0.00701	0.99075	-0.00701
30	0.99108	-0.00647	0.99098	-0.00685	0.99098	-0.00685	0.99073	-0.00702	0.99073	-0.00702	0.99073	-0.00702
31	0.99108	-0.00648	0.99098	-0.00685	0.99098	-0.00685	0.99072	-0.00703	0.99072	-0.00703	0.99072	-0.00703
32	0.99090	-0.00661	0.99080	-0.00699	0.99080	-0.00699	0.99053	-0.00717	0.99053	-0.00717	0.99053	-0.00717
33	0.99081	-0.00667	0.99070	-0.00706	0.99070	-0.00706	0.99044	-0.00724	0.99044	-0.00724	0.99044	-0.00724
34	0.99076	-0.00671	0.99066	-0.00710	0.99066	-0.00710	0.99039	-0.00728	0.99039	-0.00728	0.99039	-0.00728
35	0.99066	-0.00678	0.99055	-0.00717	0.99055	-0.00717	0.99028	-0.00736	0.99028	-0.00736	0.99028	-0.00736
36	0.99064	-0.00680	0.99053	-0.00719	0.99053	-0.00719	0.99025	-0.00738	0.99025	-0.00738	0.99025	-0.00738
37	0.99048	-0.00691	0.99037	-0.00731	0.99037	-0.00731	0.99007	-0.00752	0.99007	-0.00752	0.99007	-0.00752
38	0.99044	-0.00694	0.99033	-0.00734	0.99033	-0.00734	0.99003	-0.00755	0.99003	-0.00755	0.99003	-0.00755

39	0.99040	-0.00697	0.99030	-0.00737	0.98999	-0.00758
40	0.99036	-0.00700	0.99026	-0.00740	0.98995	-0.00760
41	0.99035	-0.00700	0.99025	-0.00740	0.98995	-0.00761
42	0.99512	-0.00354	0.99508	-0.00373	0.99504	-0.00377
43	0.99502	-0.00361	0.99498	-0.00381	0.99495	-0.00384
44	0.99405	-0.00432	0.99398	-0.00456	0.99401	-0.00457
45	0.99393	-0.00440	0.99386	-0.00465	0.99389	-0.00465
46	0.99329	-0.00487	0.99325	-0.00512	0.99328	-0.00512
47	0.99294	-0.00512	0.99290	-0.00537	0.99295	-0.00538
48	0.99289	-0.00515	0.99286	-0.00541	0.99291	-0.00541
49	0.99247	-0.00546	0.99244	-0.00573	0.99249	-0.00573
50	0.99234	-0.00555	0.99231	-0.00582	0.99236	-0.00582
51	0.99225	-0.00562	0.99222	-0.00590	0.99227	-0.00590
52	0.99224	-0.00563	0.99220	-0.00590	0.99226	-0.00590
53	0.99221	-0.00564	0.99219	-0.00592	0.99224	-0.00592
54	0.99216	-0.00569	0.99212	-0.00597	0.99218	-0.00596
55	0.99214	-0.00570	0.99210	-0.00598	0.99217	-0.00597
56	0.99377	-0.00453	0.99367	-0.00479	0.99373	-0.00478
57	0.99364	-0.00462	0.99353	-0.00489	0.99361	-0.00488
58	0.99359	-0.00465	0.99348	-0.00493	0.99356	-0.00491
59	0.99357	-0.00467	0.99345	-0.00495	0.99354	-0.00493
60	0.99351	-0.00471	0.99339	-0.00500	0.99349	-0.00497
61	0.99342	-0.00478	0.99326	-0.00509	0.99340	-0.00504
62	0.99340	-0.00480	0.99323	-0.00511	0.99338	-0.00506
63	0.99346	-0.00475	0.99334	-0.00504	0.99344	-0.00501
64	0.99337	-0.00482	0.99324	-0.00510	0.99336	-0.00507
65	0.99335	-0.00483	0.99323	-0.00511	0.99335	-0.00508
66	0.99331	-0.00486	0.99319	-0.00515	0.99331	-0.00511
67	0.99336	-0.00482	0.99324	-0.00511	0.99335	-0.00507
68	0.99497	-0.00365	0.99494	-0.00384	0.99489	-0.00389
69	0.99494	-0.00367	0.99491	-0.00386	0.99486	-0.00391
70	0.99461	-0.00391	0.99458	-0.00411	0.99453	-0.00416
71	0.99461	-0.00392	0.99457	-0.00412	0.99452	-0.00417
72	0.99458	-0.00394	0.99455	-0.00414	0.99450	-0.00419
73	0.99456	-0.00395	0.99453	-0.00415	0.99448	-0.00420
74	0.99445	-0.00403	0.99442	-0.00424	0.99437	-0.00429
75	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00427	0.99433	-0.00432
76	0.99439	-0.00408	0.99436	-0.00429	0.99431	-0.00433
77	0.99433	-0.00411	0.99430	-0.00433	0.99426	-0.00437
78	0.99430	-0.00414	0.99427	-0.00435	0.99422	-0.00440
79	0.99427	-0.00416	0.99424	-0.00437	0.99419	-0.00442
80	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00426	0.99433	-0.00432

**KONDISI ALIRAN DAYA SEBELUM DIPASANG TCSC
(BASE CASE)**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1206.205	756.196	1136.565	712.984	1188.308	745.752
2	1	-1205.015	-753.387	-1135.504	-710.095	-1187.175	-742.675
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.834	738.398	1108.657	693.456	1169.388	731.652
4	2	-1180.048	-736.544	-1107.965	-691.561	-1168.630	-729.601
4	5	1170.280	730.489	1097.867	685.303	1157.685	722.819
5	4	-1169.419	-728.457	-1097.109	-683.229	-1156.856	-720.577
5	6	1137.671	708.773	1064.747	663.177	1123.333	699.805
6	5	-1137.498	-708.364	-1064.596	-662.761	-1123.166	-699.356
6	7	583.504	363.930	549.149	342.428	628.753	392.160
7	6	-583.315	-363.482	-548.986	-341.964	-628.530	-391.577
6	42	553.994	344.434	515.446	320.333	494.413	307.196
42	6	-553.909	-344.234	-515.371	-320.134	-494.350	-307.015
7	8	543.304	338.672	508.591	316.934	581.922	362.700
8	7	-543.111	-338.213	-508.426	-316.464	-581.696	-362.111
8	9	38.397	23.807	26.033	16.129	32.985	20.435
9	8	-38.396	-23.807	-26.033	-16.129	-32.985	-20.434
8	10	504.714	314.406	482.394	300.335	548.711	341.677
10	8	-504.700	-314.374	-482.381	-300.300	-548.695	-341.634
10	11	18.934	11.743	23.929	14.828	23.693	14.680
11	10	-18.934	-11.742	-23.928	-14.826	-23.693	-14.678
10	12	485.766	302.630	458.453	285.472	525.001	326.954
12	10	-485.617	-302.274	-458.322	-285.101	-524.823	-326.489
12	13	455.710	283.728	429.312	267.127	499.006	310.497
13	12	-455.595	-283.455	-429.213	-266.843	-498.865	-310.131
13	14	25.934	16.084	21.327	13.214	28.363	17.572
14	13	-25.934	-16.083	-21.326	-13.213	-28.362	-17.570
13	15	429.661	267.370	407.887	253.628	470.502	292.559
15	13	-429.579	-267.173	-407.814	-253.421	-470.400	-292.295
15	16	427.607	265.950	404.894	251.612	466.881	290.115
16	15	-427.527	-265.760	-404.824	-251.413	-466.784	-289.863
16	17	61.727	38.303	57.616	35.715	66.625	41.291
17	16	-61.725	-38.296	-57.614	-35.708	-66.622	-41.283
16	22	365.800	227.458	347.208	215.699	400.159	248.571
22	16	-365.693	-227.202	-347.113	-215.430	-400.027	-248.230
17	18	47.064	29.204	45.965	28.491	56.434	34.973
18	17	-47.059	-29.193	-45.961	-28.478	-56.426	-34.955
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.167	-24.674	-15.289	-23.665	-14.659
18	20	27.447	17.025	21.286	13.188	32.760	20.294

20	18	-27.447	-17.025	-21.286	-13.188	-32.760	-20.294
20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.208	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.238	221.339	340.999	211.641	389.609	241.777
23	22	-356.197	-221.242	-340.962	-211.538	-389.559	-241.647
23	24	334.874	208.015	318.705	197.748	367.857	228.206
24	23	-334.843	-207.940	-318.678	-197.669	-367.818	-228.105
24	25	60.620	37.614	49.879	30.914	56.097	34.757
25	24	-60.613	-37.598	-49.875	-30.902	-56.091	-34.742
24	28	274.223	170.326	268.798	166.755	311.721	193.347
28	24	-274.182	-170.229	-268.760	-166.646	-311.667	-193.207
25	26	37.213	23.084	30.335	18.794	35.338	21.888
26	25	-37.213	-23.083	-30.334	-18.794	-35.337	-21.887
25	27	23.400	14.515	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.513	-19.540	-12.106	-20.753	-12.853
28	29	16.643	10.325	18.890	11.704	16.751	10.374
29	28	-16.643	-10.325	-18.890	-11.704	-16.751	-10.374
28	30	257.539	159.904	249.869	154.942	294.916	182.833
30	28	-257.536	-159.896	-249.866	-154.933	-294.911	-182.821
30	31	5.448	3.381	3.827	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.381	-3.827	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.088	156.515	246.040	152.562	282.924	175.394
32	30	-252.064	-156.458	-246.017	-152.498	-282.892	-175.314
32	33	226.175	140.394	214.988	133.273	249.518	154.642
33	32	-226.164	-140.368	-214.979	-133.245	-249.505	-154.607
33	34	184.460	114.496	175.398	108.723	204.969	127.023
34	33	-184.456	-114.485	-175.394	-108.711	-204.963	-127.008
34	35	159.554	99.036	147.223	91.258	181.250	112.324
35	34	-159.546	-99.016	-147.216	-91.238	-181.239	-112.294
35	36	40.573	25.173	42.655	26.429	43.959	27.226
36	35	-40.572	-25.171	-42.654	-26.427	-43.958	-27.224
35	37	118.973	73.843	104.561	64.809	137.280	85.068
37	35	-118.961	-73.815	-104.553	-64.783	-137.263	-85.026
37	38	43.219	26.822	49.575	30.717	62.731	38.858
38	37	-43.218	-26.821	-49.574	-30.715	-62.729	-38.854
37	39	75.742	46.993	54.978	34.065	74.532	46.169
39	37	-75.738	-46.984	-54.976	-34.060	-74.529	-46.160
39	40	40.986	25.428	36.913	22.871	41.302	25.581
40	39	-40.985	-25.426	-36.912	-22.869	-41.301	-25.579
40	41	12.679	7.865	11.437	7.085	10.898	6.749
41	40	-12.679	-7.865	-11.437	-7.085	-10.898	-6.749
42	43	333.315	207.331	327.588	203.660	280.752	174.537
43	42	-333.296	-207.287	-327.569	-203.612	-280.740	-174.502
42	68	220.594	136.903	187.783	116.475	213.598	132.478
68	42	-220.575	-136.859	-187.770	-116.437	-213.580	-132.431
43	44	296.798	184.659	295.633	183.824	258.113	160.484
44	43	-296.637	-184.277	-295.463	-183.395	-258.004	-160.154
44	45	267.448	166.178	261.803	162.538	236.677	146.941

45	44	-267.430	-166.137	-261.786	-162.494	-236.665	-146.905
45	46	179.660	111.667	151.281	93.970	152.747	94.878
46	45	-179.591	-111.510	-151.235	-93.840	-152.701	-94.749
45	56	87.771	54.470	110.504	68.525	83.918	52.027
56	45	-87.764	-54.452	-110.491	-68.494	-83.912	-52.008
46	47	161.232	100.127	141.069	87.543	139.811	86.763
47	46	-161.199	-100.051	-141.044	-87.475	-139.788	-86.698
47	48	22.758	14.112	16.066	9.953	14.728	9.126
48	47	-22.757	-14.110	-16.065	-9.952	-14.728	-9.125
47	49	138.441	85.940	124.979	77.522	125.059	77.572
49	47	-138.404	-85.853	-124.948	-77.440	-125.031	-77.492
49	50	123.743	76.761	109.852	68.087	105.243	65.232
50	49	-123.733	-76.739	-109.845	-68.067	-105.237	-65.214
50	51	97.249	60.318	90.146	55.863	88.554	54.878
51	50	-97.243	-60.305	-90.141	-55.851	-88.550	-54.866
51	52	20.927	12.979	25.000	15.490	23.336	14.458
52	51	-20.927	-12.978	-25.000	-15.490	-23.336	-14.458
51	53	76.316	47.327	65.141	40.361	65.214	40.408
53	51	-76.314	-47.323	-65.140	-40.358	-65.213	-40.405
53	54	34.048	21.117	39.592	24.532	29.733	18.423
54	53	-34.047	-21.115	-39.590	-24.529	-29.732	-18.421
54	55	23.202	14.390	31.175	19.316	19.919	12.341
55	54	-23.202	-14.389	-31.175	-19.315	-19.919	-12.341
56	57	72.980	45.283	95.442	59.170	59.240	36.720
57	56	-72.975	-45.272	-95.433	-59.150	-59.238	-36.711
57	58	68.325	42.386	82.448	51.104	54.799	33.962
58	57	-68.323	-42.382	-82.445	-51.097	-54.798	-33.959
58	59	8.490	5.266	11.046	6.844	8.261	5.119
59	58	-8.490	-5.265	-11.046	-6.844	-8.261	-5.118
58	60	59.833	37.117	71.399	44.253	46.537	28.840
60	58	-59.831	-37.110	-71.394	-44.243	-46.536	-28.836
60	61	14.967	9.286	32.562	20.181	12.490	7.739
61	60	-14.967	-9.284	-32.559	-20.174	-12.490	-7.738
60	63	44.863	27.824	38.832	24.063	34.046	21.097
63	60	-44.862	-27.821	-38.831	-24.060	-34.045	-21.095
61	62	7.667	4.757	16.793	10.406	7.205	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.793	-10.405	-7.205	-4.464
63	64	30.069	18.649	26.907	16.673	20.554	12.736
64	63	-30.068	-18.645	-26.905	-16.669	-20.553	-12.734
64	65	28.518	17.683	26.130	16.189	18.034	11.173
65	64	-28.517	-17.683	-26.130	-16.189	-18.034	-11.173
64	67	1.550	0.962	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.962	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.518	6.517	7.560	4.684
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.516	-7.560	-4.683
68	69	39.448	24.458	22.862	14.165	40.355	25.005
69	68	-39.448	-24.457	-22.862	-14.164	-40.354	-25.003
68	70	181.126	112.401	164.908	102.272	173.226	107.426

70	68	-181.090	-112.316	-164.878	-102.191	-173.194	-107.338
70	71	9.424	5.847	23.245	14.404	21.417	13.270
71	70	-9.424	-5.847	-23.245	-14.404	-21.417	-13.270
70	72	171.666	106.469	141.633	87.786	151.777	94.068
72	70	-171.662	-106.461	-141.631	-87.780	-151.774	-94.060
72	73	45.742	28.360	29.327	18.171	33.041	20.471
73	72	-45.741	-28.358	-29.327	-18.170	-33.041	-20.470
72	74	125.920	78.101	112.303	69.609	118.733	73.589
74	72	-125.911	-78.079	-112.296	-69.588	-118.724	-73.567
74	75	81.337	50.441	84.049	52.087	77.687	48.139
75	74	-81.335	-50.437	-84.047	-52.082	-77.685	-48.134
74	80	44.574	27.638	28.247	17.502	41.038	25.428
80	74	-44.573	-27.635	-28.247	-17.500	-41.037	-25.426
75	76	72.890	45.078	73.821	45.745	70.259	43.534
76	75	-72.689	-45.076	-73.820	-45.742	-70.258	-43.532
76	77	44.003	27.288	48.236	29.891	35.488	21.988
77	76	-44.002	-27.285	-48.235	-29.887	-35.488	-21.986
77	78	26.874	16.664	23.513	14.569	23.139	14.336
78	77	-26.873	-16.663	-23.512	-14.568	-23.138	-14.335
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.358
79	78	-14.857	-9.212	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SEBELUM DIPASANG
TCSC (BASE CASE)**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa											
		R		S		T							
		P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)						
1	2	1.1897	2.8089	1.0612	2.8898	1.1331	3.0779						
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008						
2	4	0.7855	1.8536	0.6925	1.8952	0.7580	2.0507						
4	5	0.8612	2.0317	0.7577	2.0739	0.8289	2.2430						
5	6	0.1735	0.4090	0.1517	0.4156	0.1663	0.4499						
6	7	0.1887	0.4484	0.1632	0.4642	0.2235	0.5823						
6	42	0.0853	0.1995	0.0752	0.1988	0.0632	0.1809						
7	8	0.1934	0.4588	0.1650	0.4700	0.2259	0.5888						
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002						
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428						
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019						
10	12	0.1496	0.3559	0.1304	0.3705	0.1786	0.4650						
12	13	0.1148	0.2733	0.0990	0.2839	0.1414	0.3659						
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016						
13	15	0.0825	0.1968	0.0728	0.2073	0.1016	0.2637						
15	16	0.0796	0.1897	0.0698	0.1988	0.0974	0.2527						
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084						
16	22	0.1070	0.2553	0.0945	0.2689	0.1316	0.3415						
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184						
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015						
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005						
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005						
22	23	0.0404	0.0966	0.0396	0.1034	0.0497	0.1293						
23	24	0.0313	0.0748	0.0276	0.0792	0.0389	0.1009						
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150						
24	28	0.0404	0.0974	0.0387	0.1094	0.0545	0.1406						
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008						
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014						
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001						
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116						
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001						
30	32	0.0237	0.0572	0.0226	0.0636	0.0311	0.0805						
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0358						
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0116	0.0058	0.0150						
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0294						
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018						
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0417						
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038						
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0036	0.0089						
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021						
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001						

42	43	0.0185	0.0437	0.0190	0.0478	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0444	0.0129	0.0378	0.0177	0.0468
43	44	0.1611	0.3822	0.1707	0.4295	0.1091	0.3301
44	45	0.0171	0.0404	0.0173	0.0441	0.0122	0.0361
45	46	0.0685	0.1566	0.0466	0.1298	0.0458	0.1290
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0188
46	47	0.0330	0.0760	0.0248	0.0676	0.0230	0.0650
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0373	0.0867	0.0302	0.0819	0.0287	0.0803
49	50	0.0094	0.0216	0.0074	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0120
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0114	0.0093	0.0207	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0067	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0100	0.0011	0.0045
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0026	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0363	0.0849	0.0296	0.0817	0.0322	0.0877
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0066	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0221	0.0073	0.0205	0.0082	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0024	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0030	0.0017	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SESUDAH
DIPASANG TCSC PADA SALURAN 12- 13**

Bus	Fasa								
	R			S			T		
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)			
1	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000			
2	0.98821	-0.00130	0.98819	-0.00137	0.98818	-0.00139			
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.00140	0.99814	-0.00141			
4	0.99700	-0.00218	0.99698	-0.00230	0.99695	-0.00232			
5	0.99567	-0.00315	0.99563	-0.00332	0.99559	-0.00336			
6	0.99539	-0.00335	0.99535	-0.00353	0.99531	-0.00357			
7	0.99479	-0.00378	0.99475	-0.00399	0.99467	-0.00405			
8	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00449	0.99398	-0.00458			
9	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00450	0.99397	-0.00458			
10	0.99408	-0.00430	0.99403	-0.00453	0.99392	-0.00462			
11	0.99403	-0.00433	0.99397	-0.00458	0.99387	-0.00466			
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99332	-0.00507			
13	0.99341	-0.00478	0.99335	-0.00505	0.99322	-0.00515			
14	0.99338	-0.00481	0.99332	-0.00508	0.99318	-0.00518			
15	0.99306	-0.00504	0.99299	-0.00533	0.99283	-0.00544			
16	0.99271	-0.00530	0.99264	-0.00559	0.99246	-0.00572			
17	0.99263	-0.00536	0.99255	-0.00566	0.99238	-0.00578			
18	0.99243	-0.00550	0.99235	-0.00581	0.99216	-0.00595			
19	0.99239	-0.00553	0.99230	-0.00585	0.99211	-0.00598			
20	0.99242	-0.00551	0.99234	-0.00582	0.99215	-0.00596			
21	0.99238	-0.00554	0.99230	-0.00585	0.99210	-0.00599			
22	0.99216	-0.00569	0.99208	-0.00602	0.99188	-0.00616			
23	0.99195	-0.00585	0.99186	-0.00618	0.99165	-0.00633			
24	0.99177	-0.00598	0.99168	-0.00632	0.99147	-0.00647			
25	0.99158	-0.00611	0.99150	-0.00646	0.99128	-0.00661			
26	0.99157	-0.00612	0.99149	-0.00647	0.99126	-0.00662			
27	0.99153	-0.00615	0.99145	-0.00649	0.99123	-0.00665			
28	0.99149	-0.00618	0.99139	-0.00654	0.99116	-0.00670			
29	0.99148	-0.00618	0.99139	-0.00654	0.99116	-0.00670			
30	0.99146	-0.00620	0.99137	-0.00656	0.99113	-0.00672			
31	0.99146	-0.00620	0.99136	-0.00656	0.99113	-0.00673			
32	0.99128	-0.00633	0.99118	-0.00670	0.99094	-0.00687			
33	0.99119	-0.00640	0.99109	-0.00677	0.99084	-0.00694			
34	0.99114	-0.00643	0.99104	-0.00681	0.99079	-0.00698			
35	0.99104	-0.00651	0.99094	-0.00688	0.99068	-0.00706			
36	0.99102	-0.00652	0.99091	-0.00690	0.99065	-0.00708			
37	0.99086	-0.00664	0.99075	-0.00702	0.99048	-0.00721			
38	0.99082	-0.00667	0.99072	-0.00705	0.99044	-0.00724			
39	0.99078	-0.00670	0.99068	-0.00708	0.99040	-0.00727			
40	0.99074	-0.00672	0.99065	-0.00711	0.99036	-0.00730			
41	0.99073	-0.00673	0.99064	-0.00711	0.99035	-0.00731			
42	0.99512	-0.00354	0.99508	-0.00373	0.99504	-0.00377			

43	0.99502	-0.00361	0.99498	-0.00381	0.99495	-0.00384
44	0.99405	-0.00432	0.99398	-0.00456	0.99401	-0.00457
45	0.99393	-0.00440	0.99396	-0.00465	0.99390	-0.00465
46	0.99329	-0.00487	0.99325	-0.00512	0.99328	-0.00512
47	0.99294	-0.00512	0.99291	-0.00537	0.99295	-0.00538
48	0.99289	-0.00515	0.99286	-0.00541	0.99291	-0.00541
49	0.99247	-0.00546	0.99244	-0.00573	0.99249	-0.00573
50	0.99235	-0.00555	0.99231	-0.00582	0.99237	-0.00582
51	0.99225	-0.00562	0.99222	-0.00590	0.99227	-0.00590
52	0.99224	-0.00563	0.99221	-0.00590	0.99226	-0.00590
53	0.99222	-0.00564	0.99219	-0.00592	0.99224	-0.00592
54	0.99216	-0.00569	0.99212	-0.00597	0.99218	-0.00596
55	0.99214	-0.00570	0.99211	-0.00598	0.99217	-0.00597
56	0.99377	-0.00453	0.99368	-0.00479	0.99373	-0.00478
57	0.99364	-0.00462	0.99353	-0.00489	0.99361	-0.00488
58	0.99360	-0.00465	0.99348	-0.00493	0.99357	-0.00491
59	0.99357	-0.00467	0.99345	-0.00495	0.99354	-0.00493
60	0.99351	-0.00471	0.99339	-0.00500	0.99349	-0.00497
61	0.99342	-0.00478	0.99326	-0.00509	0.99340	-0.00504
62	0.99340	-0.00480	0.99323	-0.00511	0.99338	-0.00506
63	0.99346	-0.00475	0.99334	-0.00504	0.99344	-0.00501
64	0.99337	-0.00482	0.99325	-0.00510	0.99336	-0.00507
65	0.99336	-0.00483	0.99323	-0.00511	0.99335	-0.00508
66	0.99331	-0.00486	0.99319	-0.00515	0.99331	-0.00511
67	0.99336	-0.00482	0.99324	-0.00511	0.99336	-0.00507
68	0.99497	-0.00365	0.99494	-0.00384	0.99489	-0.00389
69	0.99494	-0.00367	0.99491	-0.00386	0.99486	-0.00391
70	0.99462	-0.00391	0.99458	-0.00411	0.99453	-0.00416
71	0.99461	-0.00392	0.99457	-0.00412	0.99452	-0.00417
72	0.99458	-0.00394	0.99455	-0.00414	0.99450	-0.00419
73	0.99456	-0.00395	0.99453	-0.00415	0.99448	-0.00420
74	0.99445	-0.00403	0.99442	-0.00424	0.99437	-0.00429
75	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00427	0.99433	-0.00432
76	0.99439	-0.00408	0.99435	-0.00429	0.99431	-0.00433
77	0.99434	-0.00411	0.99430	-0.00433	0.99426	-0.00437
78	0.99430	-0.00414	0.99427	-0.00435	0.99423	-0.00440
79	0.99427	-0.00416	0.99424	-0.00437	0.99419	-0.00442
80	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00426	0.99433	-0.00432

**KONDISI ALIRAN DAYA SESUDAH DIPASANG TCSC PADA
SALURAN 12-13**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1206.109	755.959	1136.478	712.752	1188.200	745.470
2	1	-1204.920	-753.151	-1135.417	-709.863	-1187.068	-742.393
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.739	738.161	1108.570	693.224	1169.281	731.370
4	2	-1179.953	-736.308	-1107.878	-691.330	-1168.524	-729.320
4	5	1170.186	730.253	1097.780	685.072	1157.579	722.538
5	4	-1169.325	-728.222	-1097.022	-682.999	-1156.750	-720.296
5	6	1137.577	708.538	1064.661	662.947	1123.226	699.525
6	5	-1137.403	-708.129	-1064.509	-662.531	-1123.060	-699.075
6	7	583.409	363.695	549.063	342.198	628.647	391.880
7	6	-583.221	-363.247	-548.900	-341.734	-628.424	-391.298
6	42	553.994	344.434	515.446	320.333	494.413	307.196
42	6	-553.909	-344.234	-515.371	-320.134	-494.350	-307.015
7	8	543.210	338.437	508.505	316.704	581.816	362.420
8	7	-543.016	-337.979	-508.340	-316.234	-581.590	-361.832
8	9	38.397	23.807	26.033	16.129	32.985	20.435
9	8	-38.396	-23.807	-26.033	-16.129	-32.985	-20.434
8	10	504.620	314.171	482.307	300.105	548.605	341.397
10	8	-504.606	-314.139	-482.295	-300.070	-548.589	-341.355
10	11	18.934	11.743	23.929	14.828	23.693	14.680
11	10	-18.934	-11.742	-23.928	-14.826	-23.693	-14.678
10	12	485.672	302.395	458.367	285.242	524.895	326.674
12	10	-485.523	-302.040	-458.236	-284.872	-524.717	-326.210
12	13	455.616	283.494	429.226	266.897	498.900	310.218
13	12	-455.593	-283.439	-429.207	-266.841	-498.872	-310.145
13	14	25.934	16.084	21.326	13.214	28.364	17.573
14	13	-25.934	-16.082	-21.326	-13.213	-28.363	-17.571
13	15	429.659	267.355	407.880	253.626	470.508	292.572
15	13	-429.577	-267.159	-407.808	-253.419	-470.407	-292.308
15	16	427.605	265.935	404.887	251.610	466.888	290.128
16	15	-427.525	-265.746	-404.818	-251.412	-466.791	-289.876
16	17	61.727	38.301	57.615	35.715	66.626	41.293
17	16	-61.724	-38.294	-57.613	-35.708	-66.623	-41.285
16	22	365.798	227.445	347.202	215.697	400.164	248.583
22	16	-365.691	-227.190	-347.108	-215.428	-400.033	-248.241
17	18	47.064	29.203	45.965	28.491	56.435	34.975
18	17	-47.059	-29.191	-45.960	-28.478	-56.427	-34.956
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.166	-24.674	-15.289	-23.666	-14.660
18	20	27.447	17.024	21.285	13.188	32.761	20.295

20	18	-27.447	-17.024	-21.285	-13.188	-32.761	-20.295
20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.207	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.236	221.327	340.993	211.640	389.615	241.788
23	22	-356.196	-221.230	-340.957	-211.537	-389.565	-241.659
23	24	334.872	208.003	318.700	197.747	367.863	228.216
24	23	-334.841	-207.929	-318.673	-197.668	-367.824	-228.116
24	25	60.620	37.612	49.878	30.914	56.098	34.759
25	24	-60.613	-37.597	-49.874	-30.902	-56.092	-34.744
24	28	274.222	170.317	268.794	166.754	311.726	193.356
28	24	-274.181	-170.219	-268.756	-166.645	-311.671	-193.216
25	26	37.213	23.082	30.334	18.794	35.338	21.889
26	25	-37.213	-23.082	-30.334	-18.793	-35.338	-21.888
25	27	23.400	14.514	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.513	-19.540	-12.106	-20.754	-12.854
28	29	16.643	10.324	18.890	11.704	16.751	10.375
29	28	-16.643	-10.324	-18.890	-11.704	-16.751	-10.375
28	30	257.538	159.895	249.866	154.941	294.920	182.841
30	28	-257.535	-159.887	-249.863	-154.932	-294.916	-182.830
30	31	5.448	3.380	3.826	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.380	-3.826	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.087	156.506	246.036	152.561	282.928	175.403
32	30	-252.063	-156.449	-246.014	-152.498	-282.897	-175.322
32	33	226.174	140.387	214.985	133.272	249.522	154.650
33	32	-226.163	-140.360	-214.975	-133.244	-249.508	-154.614
33	34	184.460	114.490	175.395	108.722	204.972	127.029
34	33	-184.455	-114.479	-175.391	-108.711	-204.966	-127.014
34	35	159.554	99.031	147.220	91.258	181.253	112.329
35	34	-159.545	-99.011	-147.213	-91.237	-181.241	-112.299
35	36	40.572	25.171	42.655	26.429	43.960	27.228
36	35	-40.572	-25.170	-42.654	-26.427	-43.959	-27.226
35	37	118.973	73.839	104.559	64.808	137.282	85.072
37	35	-118.961	-73.811	-104.551	-64.782	-137.265	-85.030
37	38	43.219	26.821	49.574	30.717	62.732	38.859
38	37	-43.218	-26.819	-49.573	-30.715	-62.730	-38.855
37	39	75.742	46.990	54.977	34.065	74.534	46.171
39	37	-75.738	-46.982	-54.976	-34.060	-74.530	-46.162
39	40	40.985	25.426	36.912	22.871	41.303	25.582
40	39	-40.985	-25.425	-36.912	-22.869	-41.302	-25.580
40	41	12.679	7.864	11.436	7.085	10.899	6.749
41	40	-12.679	-7.864	-11.436	-7.085	-10.899	-6.749
42	43	333.315	207.331	327.588	203.660	280.752	174.537
43	42	-333.296	-207.287	-327.569	-203.612	-280.740	-174.502
42	68	220.594	136.903	187.783	116.475	213.598	132.478
68	42	-220.575	-136.859	-187.770	-116.437	-213.580	-132.431
43	44	296.798	184.659	295.633	183.824	258.113	160.484
44	43	-296.637	-184.277	-295.463	-183.395	-258.004	-160.154
44	45	267.448	166.178	261.803	162.538	236.677	146.941

45	44	-267.430	-166.137	-261.786	-162.494	-236.665	-146.905
45	46	179.660	111.667	151.281	93.970	152.747	94.878
46	45	-179.591	-111.510	-151.235	-93.840	-152.701	-94.749
45	56	87.771	54.470	110.504	68.525	83.918	52.027
56	45	-87.764	-54.452	-110.491	-68.494	-83.912	-52.008
46	47	161.232	100.127	141.069	87.543	139.811	86.763
47	46	-161.199	-100.051	-141.044	-87.475	-139.788	-86.698
47	48	22.758	14.112	16.066	9.953	14.728	9.126
48	47	-22.757	-14.110	-16.065	-9.952	-14.728	-9.125
47	49	138.441	85.940	124.979	77.522	125.059	77.572
49	47	-138.404	-85.853	-124.948	-77.440	-125.031	-77.492
49	50	123.743	76.761	109.852	68.087	105.243	65.232
50	49	-123.733	-76.739	-109.845	-68.067	-105.237	-65.214
50	51	97.249	60.318	90.146	55.863	88.554	54.878
51	50	-97.243	-60.305	-90.141	-55.851	-88.550	-54.866
51	52	20.927	12.979	25.000	15.490	23.336	14.458
52	51	-20.927	-12.978	-25.000	-15.490	-23.336	-14.458
51	53	76.316	47.327	65.141	40.361	65.214	40.408
53	51	-76.314	-47.323	-65.140	-40.358	-65.213	-40.405
53	54	34.048	21.117	39.592	24.532	29.733	18.423
54	53	-34.047	-21.115	-39.590	-24.529	-29.732	-18.421
54	55	23.202	14.390	31.175	19.316	19.919	12.341
55	54	-23.202	-14.389	-31.175	-19.315	-19.919	-12.341
56	57	72.980	45.283	95.442	59.170	59.240	36.720
57	56	-72.975	-45.272	-95.433	-59.150	-59.238	-36.711
57	58	68.325	42.386	82.448	51.104	54.799	33.962
58	57	-68.323	-42.382	-82.445	-51.097	-54.798	-33.959
58	59	8.490	5.266	11.046	6.844	8.261	5.119
59	58	-8.490	-5.265	-11.046	-6.844	-8.261	-5.118
58	60	59.833	37.117	71.399	44.253	46.537	28.840
60	58	-59.831	-37.110	-71.394	-44.243	-46.536	-28.836
60	61	14.967	9.286	32.562	20.181	12.490	7.739
61	60	-14.967	-9.284	-32.559	-20.174	-12.490	-7.738
60	63	44.863	27.824	38.832	24.063	34.046	21.097
63	60	-44.862	-27.821	-38.831	-24.060	-34.045	-21.095
61	62	7.667	4.757	16.793	10.406	7.205	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.793	-10.405	-7.205	-4.464
63	64	30.069	18.649	26.907	16.673	20.554	12.736
64	63	-30.068	-18.645	-26.905	-16.669	-20.553	-12.734
64	65	28.518	17.683	26.130	16.189	18.034	11.173
65	64	-28.517	-17.683	-26.130	-16.189	-18.034	-11.173
64	67	1.550	0.962	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.962	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.518	6.517	7.560	4.684
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.516	-7.560	-4.683
68	69	39.448	24.458	22.862	14.165	40.355	25.005
69	68	-39.448	-24.457	-22.862	-14.164	-40.354	-25.003
68	70	181.126	112.401	164.908	102.272	173.226	107.426

70	68	-181.090	-112.316	-164.878	-102.191	-173.194	-107.338
70	71	9.424	5.847	23.245	14.404	21.417	13.270
71	70	-9.424	-5.847	-23.245	-14.404	-21.417	-13.270
70	72	171.666	106.469	141.633	87.786	151.777	94.068
72	70	-171.662	-106.461	-141.631	-87.780	-151.774	-94.060
72	73	45.742	28.360	29.327	18.171	33.041	20.471
73	72	-45.741	-28.358	-29.327	-18.170	-33.041	-20.470
72	74	125.920	78.101	112.303	69.609	118.733	73.589
74	72	-125.911	-78.079	-112.296	-69.588	-118.724	-73.567
74	75	81.337	50.441	84.049	52.087	77.687	48.139
75	74	-81.335	-50.437	-84.047	-52.082	-77.685	-48.134
74	80	44.574	27.638	28.247	17.502	41.038	25.428
80	74	-44.573	-27.635	-28.247	-17.500	-41.037	-25.426
75	76	72.690	45.078	73.821	45.745	70.259	43.534
76	75	-72.689	-45.076	-73.820	-45.742	-70.258	-43.532
76	77	44.003	27.288	48.236	29.891	35.488	21.988
77	76	-44.002	-27.285	-48.235	-29.887	-35.488	-21.986
77	78	26.874	16.664	23.513	14.569	23.139	14.336
78	77	-26.873	-16.663	-23.512	-14.568	-23.138	-14.335
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.358
79	78	-14.857	-9.212	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SESUDAH DIPASANG
TCSC PADA SALURAN 12-13**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1.1894	2.8080	1.0609	2.8889	1.1327	3.0768
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008
2	4	0.7853	1.8530	0.6923	1.8946	0.7577	2.0500
4	5	0.8610	2.0311	0.7575	2.0733	0.8286	2.2422
5	6	0.1735	0.4089	0.1517	0.4155	0.1662	0.4498
6	7	0.1885	0.4481	0.1631	0.4639	0.2234	0.5819
6	42	0.0853	0.1995	0.0752	0.1988	0.0632	0.1809
7	8	0.1933	0.4585	0.1649	0.4697	0.2257	0.5884
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019
10	12	0.1485	0.3557	0.1303	0.3702	0.1785	0.4646
12	13	0.0229	0.0546	0.0198	0.0567	0.0283	0.0731
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016
13	15	0.0824	0.1966	0.0728	0.2072	0.1016	0.2635
15	16	0.0795	0.1895	0.0697	0.1987	0.0973	0.2525
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084
16	22	0.1070	0.2551	0.0944	0.2687	0.1315	0.3412
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005
22	23	0.0404	0.0966	0.0386	0.1033	0.0497	0.1292
23	24	0.0313	0.0747	0.0278	0.0791	0.0389	0.1008
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150
24	28	0.0403	0.0973	0.0387	0.1093	0.0544	0.1405
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
30	32	0.0237	0.0571	0.0226	0.0636	0.0311	0.0804
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0357
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0115	0.0058	0.0150
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0206	0.0116	0.0293
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0416
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0035	0.0089
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001

42	43	0.0185	0.0437	0.0190	0.0478	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0444	0.0129	0.0378	0.0177	0.0468
43	44	0.1611	0.3822	0.1707	0.4285	0.1091	0.3301
44	45	0.0171	0.0404	0.0173	0.0441	0.0122	0.0361
45	46	0.0685	0.1566	0.0466	0.1298	0.0458	0.1290
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0188
46	47	0.0330	0.0760	0.0248	0.0676	0.0230	0.0650
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0373	0.0867	0.0302	0.0819	0.0287	0.0803
49	50	0.0094	0.0216	0.0074	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0120
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0114	0.0093	0.0207	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0067	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0100	0.0011	0.0045
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0026	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0363	0.0849	0.0296	0.0817	0.0322	0.0877
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0066	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0221	0.0073	0.0205	0.0082	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0024	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0030	0.0017	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SESUDAH
DIPASANG TCSC PADA SALURAN 24**

Bus	Fasa					
	R		S		T	
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)
1	1	0	1	0	1	0
2	0.99821	-0.0013	0.99819	-0.00137	0.99818	-0.00139
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.0014	0.99814	-0.00141
4	0.99797	-0.00148	0.99795	-0.00156	0.99793	-0.00157
5	0.99664	-0.00244	0.99661	-0.00258	0.99658	-0.00261
6	0.99636	-0.00264	0.99633	-0.00279	0.9963	-0.00282
7	0.99576	-0.00308	0.99572	-0.00325	0.99566	-0.0033
8	0.9951	-0.00358	0.99506	-0.00376	0.99497	-0.00383
9	0.9951	-0.00356	0.99506	-0.00376	0.99496	-0.00383
10	0.99505	-0.0036	0.99501	-0.0038	0.99491	-0.00387
11	0.99501	-0.00363	0.99495	-0.00384	0.99486	-0.00391
12	0.99448	-0.00401	0.99443	-0.00424	0.99431	-0.00433
13	0.99401	-0.00436	0.99395	-0.0046	0.99381	-0.0047
14	0.99397	-0.00438	0.99392	-0.00463	0.99377	-0.00473
15	0.99365	-0.00462	0.99359	-0.00488	0.99342	-0.00499
16	0.9933	-0.00487	0.99323	-0.00515	0.99305	-0.00527
17	0.99322	-0.00493	0.99315	-0.00521	0.99297	-0.00534
18	0.99302	-0.00507	0.99295	-0.00536	0.99275	-0.0055
19	0.99298	-0.0051	0.9929	-0.0054	0.99271	-0.00554
20	0.99302	-0.00508	0.99294	-0.00537	0.99274	-0.00551
21	0.99297	-0.00511	0.9929	-0.0054	0.99269	-0.00554
22	0.99276	-0.00527	0.99268	-0.00557	0.99247	-0.00571
23	0.99254	-0.00542	0.99246	-0.00573	0.99225	-0.00588
24	0.99237	-0.00555	0.99228	-0.00587	0.99206	-0.00602
25	0.99218	-0.00569	0.9921	-0.00601	0.99187	-0.00617
26	0.99216	-0.0057	0.99209	-0.00602	0.99186	-0.00618
27	0.99213	-0.00572	0.99206	-0.00604	0.99182	-0.0062
28	0.99209	-0.00576	0.99199	-0.00609	0.99175	-0.00625
29	0.99208	-0.00576	0.99199	-0.00609	0.99175	-0.00626
30	0.99206	-0.00577	0.99197	-0.00611	0.99173	-0.00628
31	0.99206	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99172	-0.00628
32	0.99188	-0.0059	0.99178	-0.00625	0.99153	-0.00642
33	0.99179	-0.00597	0.99169	-0.00632	0.99143	-0.00649
34	0.99174	-0.006	0.99164	-0.00636	0.99138	-0.00653
35	0.99164	-0.00608	0.99154	-0.00643	0.99127	-0.00661
36	0.99161	-0.0061	0.99151	-0.00646	0.99125	-0.00664
37	0.99145	-0.00621	0.99136	-0.00658	0.99107	-0.00677
38	0.99142	-0.00624	0.99132	-0.0066	0.99103	-0.0068
39	0.99137	-0.00627	0.99128	-0.00663	0.99099	-0.00683
40	0.99134	-0.0063	0.99125	-0.00666	0.99095	-0.00686
41	0.99133	-0.0063	0.99124	-0.00666	0.99095	-0.00686
42	0.99609	-0.00284	0.99606	-0.00299	0.99603	-0.00302

43	0.99599	-0.00291	0.99596	-0.00307	0.99594	-0.0031
44	0.99502	-0.00362	0.99496	-0.00382	0.995	-0.00382
45	0.99491	-0.0037	0.99484	-0.00391	0.99489	-0.00391
46	0.99427	-0.00417	0.99423	-0.00438	0.99428	-0.00437
47	0.99392	-0.00442	0.99389	-0.00463	0.99394	-0.00463
48	0.99387	-0.00445	0.99384	-0.00467	0.9939	-0.00466
49	0.99345	-0.00476	0.99342	-0.00499	0.99348	-0.00498
50	0.99332	-0.00485	0.9933	-0.00508	0.99336	-0.00507
51	0.99322	-0.00492	0.9932	-0.00516	0.99326	-0.00515
52	0.99321	-0.00493	0.99319	-0.00516	0.99325	-0.00516
53	0.99319	-0.00494	0.99317	-0.00518	0.99323	-0.00517
54	0.99313	-0.00499	0.9931	-0.00523	0.99318	-0.00521
55	0.99312	-0.005	0.99309	-0.00524	0.99316	-0.00522
56	0.99474	-0.00383	0.99466	-0.00405	0.99472	-0.00403
57	0.99462	-0.00392	0.99451	-0.00415	0.9946	-0.00413
58	0.99457	-0.00395	0.99446	-0.00419	0.99456	-0.00416
59	0.99455	-0.00397	0.99444	-0.00421	0.99454	-0.00418
60	0.99448	-0.00401	0.99437	-0.00426	0.99448	-0.00422
61	0.99439	-0.00408	0.99424	-0.00435	0.99439	-0.0043
62	0.99438	-0.0041	0.99421	-0.00437	0.99437	-0.00431
63	0.99443	-0.00405	0.99432	-0.0043	0.99443	-0.00426
64	0.99434	-0.00412	0.99423	-0.00437	0.99435	-0.00432
65	0.99433	-0.00413	0.99422	-0.00437	0.99434	-0.00433
66	0.99428	-0.00416	0.99417	-0.00441	0.9943	-0.00436
67	0.99434	-0.00412	0.99422	-0.00437	0.99435	-0.00433
68	0.99594	-0.00295	0.99591	-0.0031	0.99588	-0.00314
69	0.99591	-0.00297	0.99589	-0.00312	0.99585	-0.00316
70	0.99559	-0.00321	0.99556	-0.00337	0.99552	-0.00341
71	0.99558	-0.00322	0.99555	-0.00338	0.99551	-0.00342
72	0.99555	-0.00323	0.99553	-0.0034	0.99549	-0.00344
73	0.99553	-0.00325	0.99551	-0.00341	0.99547	-0.00345
74	0.99542	-0.00333	0.9954	-0.0035	0.99536	-0.00354
75	0.99538	-0.00336	0.99536	-0.00353	0.99532	-0.00357
76	0.99536	-0.00338	0.99533	-0.00355	0.9953	-0.00359
77	0.99531	-0.00341	0.99528	-0.00359	0.99525	-0.00362
78	0.99527	-0.00344	0.99525	-0.00361	0.99522	-0.00365
79	0.99524	-0.00346	0.99522	-0.00364	0.99519	-0.00367
80	0.99538	-0.00336	0.99536	-0.00353	0.99532	-0.00357

**KONDISI ALIRAN DAYA SESUDAH DIPASANG TCSC PADA
SALURAN 2-4**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1205.575	754.632	1135.992	711.468	1187.697	744.132
2	1	-1204.387	-751.829	-1134.933	-708.584	-1186.567	-741.060
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.206	736.839	1108.086	691.945	1168.780	730.038
4	2	-1180.049	-736.469	-1107.948	-691.567	-1168.629	-729.628
4	5	1170.282	730.414	1097.850	685.309	1157.684	722.846
5	4	-1169.422	-728.387	-1097.094	-683.239	-1156.857	-720.607
5	6	1137.674	708.705	1064.733	663.186	1123.333	699.835
6	5	-1137.500	-708.296	-1064.581	-662.771	-1123.167	-699.386
6	7	583.505	363.893	549.141	342.432	628.753	392.174
7	6	-583.316	-363.445	-548.978	-341.968	-628.530	-391.593
6	42	553.996	344.403	515.440	320.340	494.414	307.212
42	6	-553.911	-344.204	-515.365	-320.141	-494.351	-307.032
7	8	543.305	338.638	508.584	316.938	581.922	362.714
8	7	-543.112	-338.180	-508.419	-316.469	-581.697	-362.126
8	9	38.397	23.806	26.033	16.130	32.985	20.436
9	8	-38.397	-23.805	-26.032	-16.130	-32.985	-20.436
8	10	504.715	314.374	482.387	300.339	548.711	341.690
10	8	-504.702	-314.342	-482.375	-300.304	-548.695	-341.648
10	11	18.934	11.742	23.928	14.829	23.693	14.681
11	10	-18.934	-11.741	-23.928	-14.827	-23.693	-14.679
10	12	485.768	302.600	458.446	285.476	525.002	326.967
12	10	-485.618	-302.245	-458.316	-285.106	-524.823	-326.503
12	13	455.712	283.700	429.307	267.131	499.007	310.510
13	12	-455.597	-283.427	-429.208	-266.848	-498.865	-310.144
13	14	25.934	16.083	21.326	13.215	28.363	17.573
14	13	-25.934	-16.082	-21.326	-13.214	-28.363	-17.571
13	15	429.663	267.344	407.881	253.633	470.502	292.572
15	13	-429.580	-267.148	-407.809	-253.426	-470.401	-292.309
15	16	427.608	265.924	404.888	251.617	466.882	290.128
16	15	-427.529	-265.735	-404.819	-251.419	-466.785	-289.876
16	17	61.728	38.299	57.616	35.716	66.626	41.294
17	16	-61.725	-38.293	-57.613	-35.709	-66.622	-41.285
16	22	365.801	227.436	347.203	215.703	400.159	248.583
22	16	-365.694	-227.181	-347.109	-215.435	-400.028	-248.242
17	18	47.064	29.201	45.965	28.492	56.434	34.975
18	17	-47.059	-29.190	-45.960	-28.479	-56.427	-34.957
18	19	19.612	12.166	24.675	15.291	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.165	-24.674	-15.289	-23.666	-14.660
18	20	27.448	17.024	21.285	13.188	32.761	20.295
20	18	-27.448	-17.024	-21.285	-13.188	-32.760	-20.295

20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.207	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.239	221.318	340.994	211.646	389.610	241.788
23	22	-356.199	-221.221	-340.958	-211.543	-389.561	-241.659
23	24	334.876	207.995	318.701	197.753	367.858	228.217
24	23	-334.844	-207.920	-318.674	-197.674	-367.819	-228.116
24	25	60.620	37.611	49.879	30.915	56.097	34.759
25	24	-60.613	-37.595	-49.874	-30.903	-56.092	-34.744
24	28	274.224	170.310	268.795	166.759	311.722	193.357
28	24	-274.184	-170.212	-268.756	-166.650	-311.668	-193.217
25	26	37.214	23.082	30.334	18.795	35.338	21.889
26	25	-37.213	-23.081	-30.334	-18.794	-35.337	-21.888
25	27	23.400	14.514	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.512	-19.540	-12.107	-20.753	-12.854
28	29	16.643	10.324	18.890	11.704	16.751	10.375
29	28	-16.643	-10.324	-18.890	-11.704	-16.751	-10.375
28	30	257.541	159.889	249.866	154.946	294.917	182.842
30	28	-257.537	-159.881	-249.863	-154.937	-294.912	-182.830
30	31	5.448	3.380	3.826	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.380	-3.826	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.089	156.500	246.037	152.566	282.924	175.403
32	30	-252.065	-156.443	-246.014	-152.502	-282.893	-175.323
32	33	226.177	140.381	214.986	133.276	249.519	154.651
33	32	-226.166	-140.355	-214.976	-133.248	-249.505	-154.615
33	34	184.461	114.485	175.396	108.726	204.970	127.030
34	33	-184.457	-114.474	-175.391	-108.714	-204.964	-127.015
34	35	159.555	99.027	147.221	91.261	181.251	112.329
35	34	-159.547	-99.007	-147.214	-91.240	-181.239	-112.300
35	36	40.573	25.170	42.655	26.430	43.959	27.228
36	35	-40.572	-25.169	-42.654	-26.428	-43.958	-27.226
35	37	118.974	73.837	104.559	64.810	137.280	85.072
37	35	-118.962	-73.808	-104.551	-64.784	-137.264	-85.031
37	38	43.219	26.819	49.574	30.718	62.731	38.859
38	37	-43.219	-26.818	-49.573	-30.716	-62.729	-38.856
37	39	75.742	46.989	54.977	34.066	74.533	46.171
39	37	-75.739	-46.981	-54.976	-34.061	-74.529	-46.162
39	40	40.986	25.426	36.912	22.871	41.302	25.582
40	39	-40.985	-25.424	-36.912	-22.870	-41.301	-25.580
40	41	12.679	7.864	11.437	7.085	10.898	6.749
41	40	-12.679	-7.864	-11.436	-7.085	-10.898	-6.749
42	43	333.316	207.312	327.585	203.663	280.752	174.547
43	42	-333.297	-207.269	-327.566	-203.616	-280.741	-174.512
42	68	220.595	136.892	187.780	116.478	213.599	132.485
68	42	-220.576	-136.848	-187.768	-116.440	-213.581	-132.438
43	44	296.799	184.642	295.630	183.827	258.114	160.493
44	43	-296.639	-184.261	-295.459	-183.399	-258.005	-160.163
44	45	267.449	166.163	261.800	162.542	236.678	146.950
45	44	-267.432	-166.123	-261.783	-162.498	-236.665	-146.914

45	46	179.660	111.658	151.280	93.972	152.747	94.884
46	45	-179.592	-111.501	-151.233	-93.842	-152.701	-94.755
45	56	87.771	54.465	110.503	68.526	83.919	52.030
56	45	-87.765	-54.447	-110.490	-68.495	-83.913	-52.011
46	47	161.233	100.119	141.067	87.545	139.811	86.768
47	46	-161.200	-100.043	-141.042	-87.477	-139.788	-86.703
47	48	22.758	14.111	16.065	9.954	14.728	9.126
48	47	-22.757	-14.109	-16.065	-9.953	-14.728	-9.126
47	49	138.442	85.933	124.977	77.524	125.060	77.577
49	47	-138.405	-85.846	-124.947	-77.442	-125.031	-77.496
49	50	123.743	76.755	109.851	68.089	105.243	65.236
50	49	-123.734	-76.733	-109.844	-68.069	-105.237	-65.218
50	51	97.249	60.313	90.145	55.865	88.555	54.881
51	50	-97.244	-60.300	-90.140	-55.852	-88.550	-54.869
51	52	20.927	12.977	25.000	15.490	23.336	14.459
52	51	-20.927	-12.977	-25.000	-15.490	-23.336	-14.459
51	53	76.316	47.323	65.140	40.362	65.214	40.411
53	51	-76.315	-47.320	-65.139	-40.359	-65.214	-40.408
53	54	34.048	21.115	39.591	24.533	29.733	18.425
54	53	-34.047	-21.113	-39.590	-24.529	-29.733	-18.422
54	55	23.202	14.388	31.175	19.316	19.919	12.342
55	54	-23.202	-14.388	-31.175	-19.315	-19.919	-12.342
56	57	72.980	45.279	95.441	59.171	59.240	36.723
57	56	-72.976	-45.268	-95.432	-59.151	-59.238	-36.714
57	58	68.325	42.383	82.447	51.105	54.799	33.964
58	57	-68.323	-42.378	-82.444	-51.099	-54.799	-33.961
58	59	8.490	5.265	11.046	6.844	8.261	5.119
59	58	-8.490	-5.265	-11.046	-6.844	-8.261	-5.119
58	60	59.833	37.113	71.398	44.254	46.538	28.842
60	58	-59.831	-37.107	-71.394	-44.244	-46.536	-28.838
60	61	14.967	9.285	32.562	20.181	12.490	7.739
61	60	-14.967	-9.283	-32.559	-20.174	-12.491	-7.738
60	63	44.863	27.822	38.832	24.063	34.046	21.098
63	60	-44.862	-27.819	-38.831	-24.061	-34.045	-21.096
61	62	7.667	4.756	16.793	10.406	7.205	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.792	-10.405	-7.205	-4.464
63	64	30.069	18.647	26.906	16.673	20.554	12.737
64	63	-30.068	-18.643	-26.905	-16.669	-20.553	-12.735
64	65	28.518	17.682	26.130	16.190	18.034	11.174
65	64	-28.518	-17.682	-26.130	-16.189	-18.034	-11.174
64	67	1.550	0.961	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.961	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.518	6.517	7.560	4.684
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.516	-7.560	-4.684
68	69	39.449	24.456	22.862	14.165	40.355	25.006
69	68	-39.448	-24.455	-22.862	-14.165	-40.354	-25.004
68	70	181.127	112.391	164.906	102.275	173.226	107.432
70	68	-181.091	-112.307	-164.876	-102.193	-173.194	-107.344

70	71	9.424	5.846	23.245	14.404	21.417	13.271
71	70	-9.424	-5.846	-23.245	-14.404	-21.417	-13.271
70	72	171.667	106.461	141.631	87.789	151.777	94.073
72	70	-171.663	-106.453	-141.629	-87.782	-151.774	-94.066
72	73	45.742	28.358	29.327	18.172	33.041	20.473
73	72	-45.742	-28.357	-29.327	-18.171	-33.041	-20.472
72	74	125.921	78.095	112.302	69.611	118.733	73.594
74	72	-125.911	-78.073	-112.295	-69.590	-118.725	-73.571
74	75	81.337	50.437	84.049	52.088	77.687	48.142
75	74	-81.335	-50.433	-84.046	-52.083	-77.685	-48.137
74	80	44.574	27.636	28.246	17.502	41.038	25.430
80	74	-44.573	-27.633	-28.246	-17.501	-41.037	-25.427
75	76	72.691	45.074	73.820	45.746	70.259	43.537
76	75	-72.690	-45.072	-73.819	-45.743	-70.259	-43.535
76	77	44.003	27.286	48.236	29.892	35.489	21.990
77	76	-44.002	-27.283	-48.234	-29.888	-35.488	-21.988
77	78	26.874	16.663	23.513	14.569	23.139	14.337
78	77	-26.873	-16.661	-23.512	-14.568	-23.138	-14.336
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.359
79	78	-14.857	-9.211	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SESUDAH DIPASANG
TCSC PADA SALURAN 2-4**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1.1874	2.8035	1.0592	2.8842	1.1309	3.0718
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008
2	4	0.1568	0.3700	0.1382	0.3783	0.1513	0.4093
4	5	0.8595	2.0277	0.7562	2.0698	0.8273	2.2385
5	6	0.1732	0.4082	0.1514	0.4148	0.1659	0.4490
6	7	0.1883	0.4475	0.1629	0.4633	0.2231	0.5811
6	42	0.0851	0.1991	0.0751	0.1984	0.0631	0.1805
7	8	0.1930	0.4579	0.1647	0.4691	0.2254	0.5877
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002
8	10	0.0135	0.0323	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019
10	12	0.1493	0.3552	0.1301	0.3698	0.1782	0.4641
12	13	0.1146	0.2727	0.0988	0.2833	0.1411	0.3652
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016
13	15	0.0823	0.1964	0.0727	0.2069	0.1014	0.2632
15	16	0.0794	0.1893	0.0696	0.1984	0.0972	0.2522
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084
16	22	0.1068	0.2548	0.0943	0.2684	0.1313	0.3408
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0183
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005
22	23	0.0404	0.0965	0.0385	0.1032	0.0496	0.1291
23	24	0.0313	0.0746	0.0278	0.0790	0.0388	0.1006
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150
24	28	0.0403	0.0972	0.0386	0.1092	0.0544	0.1403
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
28	30	0.0033	0.0079	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
30	32	0.0237	0.0571	0.0225	0.0635	0.0310	0.0804
32	33	0.0110	0.0262	0.0097	0.0277	0.0138	0.0357
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0115	0.0058	0.0150
34	35	0.0086	0.0204	0.0069	0.0205	0.0115	0.0293
35	36	0.0006	0.0013	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0416
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0035	0.0089
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001

42	43	0.0185	0.0436	0.0190	0.0477	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0443	0.0128	0.0377	0.0177	0.0467
43	44	0.1607	0.3815	0.1704	0.4287	0.1089	0.3294
44	45	0.0171	0.0403	0.0172	0.0440	0.0122	0.0360
45	46	0.0684	0.1563	0.0465	0.1296	0.0457	0.1288
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0187
46	47	0.0329	0.0758	0.0247	0.0674	0.0229	0.0649
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0372	0.0865	0.0301	0.0817	0.0286	0.0802
49	50	0.0093	0.0216	0.0073	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0119
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0113	0.0092	0.0206	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0066	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0099	0.0011	0.0044
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0026	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0362	0.0847	0.0296	0.0816	0.0322	0.0875
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0065	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0220	0.0073	0.0204	0.0081	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0023	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0029	0.0016	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SESUDAH
DIPASANG TCSC PADA SALURAN 43-44**

Bus	Fasa							
	R			S			T	
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)		
1	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000		
2	0.99821	-0.00130	0.99819	-0.00137	0.99818	-0.00139		
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.00140	0.99814	-0.00141		
4	0.99700	-0.00218	0.99698	-0.00230	0.99695	-0.00232		
5	0.99567	-0.00315	0.99563	-0.00332	0.99559	-0.00336		
6	0.99539	-0.00335	0.99535	-0.00353	0.99531	-0.00357		
7	0.99479	-0.00378	0.99475	-0.00399	0.99467	-0.00405		
8	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00449	0.99398	-0.00458		
9	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00450	0.99397	-0.00458		
10	0.99408	-0.00430	0.99403	-0.00453	0.99392	-0.00462		
11	0.99403	-0.00433	0.99397	-0.00458	0.99387	-0.00466		
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99332	-0.00507		
13	0.99304	-0.00506	0.99297	-0.00534	0.99281	-0.00545		
14	0.99300	-0.00508	0.99294	-0.00537	0.99278	-0.00548		
15	0.99268	-0.00532	0.99261	-0.00562	0.99243	-0.00574		
16	0.99233	-0.00557	0.99225	-0.00588	0.99206	-0.00602		
17	0.99225	-0.00563	0.99217	-0.00595	0.99197	-0.00609		
18	0.99205	-0.00577	0.99197	-0.00610	0.99175	-0.00625		
19	0.99201	-0.00580	0.99192	-0.00614	0.99171	-0.00628		
20	0.99204	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99175	-0.00626		
21	0.99200	-0.00581	0.99192	-0.00614	0.99170	-0.00629		
22	0.99178	-0.00597	0.99170	-0.00631	0.99148	-0.00646		
23	0.99157	-0.00612	0.99148	-0.00647	0.99125	-0.00663		
24	0.99139	-0.00625	0.99130	-0.00661	0.99106	-0.00677		
25	0.99120	-0.00639	0.99112	-0.00675	0.99087	-0.00692		
26	0.99119	-0.00640	0.99110	-0.00676	0.99086	-0.00693		
27	0.99115	-0.00642	0.99107	-0.00678	0.99083	-0.00695		
28	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99076	-0.00700		
29	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99075	-0.00701		
30	0.99108	-0.00647	0.99098	-0.00685	0.99073	-0.00702		
31	0.99108	-0.00648	0.99098	-0.00685	0.99072	-0.00703		
32	0.99090	-0.00661	0.99080	-0.00699	0.99054	-0.00717		
33	0.99081	-0.00667	0.99071	-0.00706	0.99044	-0.00724		
34	0.99077	-0.00671	0.99066	-0.00710	0.99039	-0.00728		
35	0.99066	-0.00678	0.99056	-0.00717	0.99028	-0.00736		
36	0.99064	-0.00680	0.99053	-0.00719	0.99025	-0.00738		
37	0.99048	-0.00691	0.99037	-0.00731	0.99007	-0.00752		
38	0.99044	-0.00694	0.99033	-0.00734	0.99003	-0.00755		
39	0.99040	-0.00697	0.99030	-0.00737	0.98999	-0.00758		
40	0.99036	-0.00700	0.99026	-0.00740	0.98996	-0.00760		
41	0.99036	-0.00700	0.99026	-0.00740	0.98995	-0.00761		
42	0.99512	-0.00354	0.99508	-0.00373	0.99504	-0.00377		

43	0.99502	-0.00361	0.99498	-0.00381	0.99495	-0.00384
44	0.99483	-0.00376	0.99478	-0.00396	0.99476	-0.00399
45	0.99472	-0.00384	0.99467	-0.00405	0.99465	-0.00407
46	0.99408	-0.00430	0.99405	-0.00451	0.99404	-0.00454
47	0.99373	-0.00455	0.99371	-0.00477	0.99370	-0.00480
48	0.99368	-0.00459	0.99367	-0.00480	0.99366	-0.00483
49	0.99326	-0.00489	0.99325	-0.00512	0.99325	-0.00515
50	0.99313	-0.00498	0.99312	-0.00522	0.99312	-0.00524
51	0.99303	-0.00506	0.99302	-0.00529	0.99303	-0.00532
52	0.99302	-0.00506	0.99301	-0.00530	0.99302	-0.00532
53	0.99300	-0.00508	0.99299	-0.00532	0.99300	-0.00534
54	0.99294	-0.00512	0.99293	-0.00536	0.99294	-0.00538
55	0.99293	-0.00513	0.99291	-0.00538	0.99293	-0.00539
56	0.99455	-0.00396	0.99448	-0.00418	0.99448	-0.00420
57	0.99443	-0.00405	0.99434	-0.00429	0.99437	-0.00430
58	0.99438	-0.00409	0.99428	-0.00433	0.99432	-0.00433
59	0.99436	-0.00410	0.99426	-0.00435	0.99430	-0.00435
60	0.99429	-0.00415	0.99419	-0.00440	0.99424	-0.00439
61	0.99420	-0.00422	0.99406	-0.00449	0.99415	-0.00446
62	0.99418	-0.00423	0.99404	-0.00451	0.99414	-0.00448
63	0.99424	-0.00418	0.99414	-0.00443	0.99420	-0.00443
64	0.99415	-0.00425	0.99405	-0.00450	0.99412	-0.00449
65	0.99414	-0.00426	0.99404	-0.00451	0.99411	-0.00450
66	0.99409	-0.00429	0.99399	-0.00454	0.99407	-0.00453
67	0.99415	-0.00425	0.99405	-0.00450	0.99411	-0.00449
68	0.99497	-0.00365	0.99494	-0.00384	0.99489	-0.00389
69	0.99494	-0.00367	0.99491	-0.00386	0.99486	-0.00391
70	0.99462	-0.00391	0.99458	-0.00411	0.99453	-0.00416
71	0.99461	-0.00392	0.99457	-0.00412	0.99452	-0.00417
72	0.99458	-0.00394	0.99455	-0.00414	0.99450	-0.00419
73	0.99456	-0.00395	0.99453	-0.00415	0.99448	-0.00420
74	0.99445	-0.00403	0.99442	-0.00424	0.99437	-0.00429
75	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00427	0.99433	-0.00432
76	0.99439	-0.00408	0.99436	-0.00429	0.99431	-0.00433
77	0.99434	-0.00411	0.99430	-0.00433	0.99426	-0.00437
78	0.99430	-0.00414	0.99427	-0.00435	0.99423	-0.00440
79	0.99427	-0.00416	0.99424	-0.00437	0.99420	-0.00442
80	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00426	0.99433	-0.00432

KONDISI ALIRAN DAYA SESUDAH DIPASANG TCSC PADA SALURAN 43-44

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1206.076	755.878	1136.438	712.653	1188.205	745.476
2	1	-1204.887	-753.070	-1135.377	-709.764	-1187.072	-742.400
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.706	738.081	1108.531	693.125	1169.286	731.377
4	2	-1179.921	-736.228	-1107.838	-691.231	-1168.528	-729.327
4	5	1170.153	730.172	1097.740	684.974	1157.583	722.545
5	4	-1169.292	-728.141	-1096.983	-682.900	-1156.755	-720.303
5	6	1137.544	708.458	1064.621	662.848	1123.231	699.532
6	5	-1137.371	-708.049	-1064.470	-662.432	-1123.065	-699.082
6	7	583.504	363.930	549.149	342.428	628.753	392.160
7	6	-583.315	-363.482	-548.986	-341.964	-628.530	-391.577
6	42	553.867	344.118	515.320	320.004	494.312	306.922
42	6	-553.782	-343.919	-515.245	-319.806	-494.248	-306.742
7	8	543.304	338.672	508.592	316.934	581.922	362.700
8	7	-543.111	-338.213	-508.427	-316.464	-581.696	-362.111
8	9	38.397	23.807	26.033	16.129	32.985	20.435
9	8	-38.396	-23.807	-26.033	-16.129	-32.985	-20.434
8	10	504.714	314.406	482.394	300.335	548.711	341.677
10	8	-504.700	-314.374	-482.381	-300.300	-548.695	-341.634
10	11	18.934	11.743	23.929	14.828	23.693	14.680
11	10	-18.934	-11.742	-23.928	-14.826	-23.693	-14.678
10	12	485.766	302.630	458.453	285.472	525.001	326.954
12	10	-485.617	-302.274	-458.322	-285.101	-524.823	-326.489
12	13	455.710	283.728	429.313	267.127	499.006	310.497
13	12	-455.595	-283.455	-429.214	-266.843	-498.865	-310.131
13	14	25.934	16.084	21.327	13.214	28.363	17.572
14	13	-25.934	-16.083	-21.326	-13.213	-28.362	-17.570
13	15	429.661	267.370	407.887	253.628	470.502	292.559
15	13	-429.579	-267.173	-407.814	-253.421	-470.400	-292.295
15	16	427.607	265.950	404.894	251.612	466.881	290.115
16	15	-427.527	-265.760	-404.824	-251.413	-466.784	-289.863
16	17	61.727	38.303	57.616	35.715	66.625	41.291
17	16	-61.725	-38.296	-57.614	-35.708	-66.622	-41.283
16	22	365.800	227.458	347.208	215.699	400.159	248.571
22	16	-365.693	-227.202	-347.113	-215.430	-400.027	-248.230
17	18	47.064	29.204	45.965	28.491	56.434	34.973
18	17	-47.059	-29.193	-45.961	-28.478	-56.426	-34.955
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.167	-24.674	-15.289	-23.665	-14.659
18	20	27.447	17.025	21.286	13.188	32.760	20.294

20	18	-27.447	-17.025	-21.286	-13.188	-32.760	-20.294
20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.208	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.238	221.339	340.999	211.641	389.609	241.777
23	22	-356.197	-221.242	-340.962	-211.538	-389.559	-241.647
23	24	334.874	208.015	318.705	197.748	367.857	228.206
24	23	-334.843	-207.940	-318.678	-197.669	-367.818	-228.105
24	25	60.620	37.614	49.879	30.914	56.097	34.757
25	24	-60.613	-37.598	-49.875	-30.902	-56.091	-34.742
24	28	274.223	170.326	268.798	166.755	311.721	193.347
28	24	-274.182	-170.229	-268.760	-166.646	-311.667	-193.207
25	26	37.213	23.084	30.335	18.794	35.338	21.888
26	25	-37.213	-23.083	-30.334	-18.794	-35.337	-21.887
25	27	23.400	14.515	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.513	-19.540	-12.106	-20.753	-12.853
28	29	16.643	10.325	18.890	11.704	16.751	10.374
29	28	-16.643	-10.325	-18.890	-11.704	-16.751	-10.374
28	30	257.539	159.904	249.869	154.942	294.916	182.833
30	28	-257.536	-159.896	-249.866	-154.933	-294.911	-182.821
30	31	5.448	3.381	3.827	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.381	-3.827	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.088	156.515	246.040	152.562	282.924	175.394
32	30	-252.064	-156.458	-246.017	-152.498	-282.892	-175.314
32	33	226.175	140.394	214.989	133.273	249.518	154.642
33	32	-226.164	-140.368	-214.979	-133.245	-249.505	-154.607
33	34	184.460	114.496	175.398	108.723	204.969	127.023
34	33	-184.456	-114.485	-175.394	-108.711	-204.963	-127.008
34	35	159.554	99.036	147.223	91.258	181.250	112.324
35	34	-159.546	-99.016	-147.216	-91.238	-181.239	-112.294
35	36	40.573	25.173	42.655	26.429	43.959	27.226
36	35	-40.572	-25.171	-42.654	-26.427	-43.958	-27.224
35	37	118.973	73.843	104.561	64.809	137.280	85.068
37	35	-118.961	-73.815	-104.553	-64.783	-137.263	-85.026
37	38	43.219	26.822	49.575	30.717	62.731	38.858
38	37	-43.218	-26.821	-49.574	-30.715	-62.729	-38.854
37	39	75.742	46.993	54.978	34.065	74.532	46.169
39	37	-75.738	-46.984	-54.977	-34.060	-74.529	-46.160
39	40	40.986	25.428	36.913	22.871	41.302	25.581
40	39	-40.985	-25.426	-36.912	-22.869	-41.301	-25.579
40	41	12.679	7.865	11.437	7.085	10.898	6.749
41	40	-12.679	-7.865	-11.437	-7.085	-10.898	-6.749
42	43	333.188	207.015	327.462	203.331	280.650	174.264
43	42	-333.169	-206.972	-327.443	-203.283	-280.639	-174.229
42	68	220.594	136.903	187.783	116.475	213.598	132.478
68	42	-220.575	-136.859	-187.770	-116.437	-213.580	-132.431
43	44	296.672	184.344	295.507	183.496	258.012	160.211
44	43	-296.639	-184.268	-295.473	-183.410	-257.990	-160.145
44	45	267.449	166.169	261.812	162.552	236.664	146.933

45	44	-267.432	-166.129	-261.795	-162.508	-236.652	-146.897
45	46	179.661	111.662	151.287	93.978	152.739	94.873
46	45	-179.592	-111.505	-151.241	-93.849	-152.693	-94.744
45	56	87.772	54.467	110.508	68.530	83.913	52.024
56	45	-87.765	-54.449	-110.494	-68.499	-83.908	-52.005
46	47	161.233	100.123	141.074	87.551	139.803	86.758
47	46	-161.200	-100.047	-141.050	-87.483	-139.780	-86.694
47	48	22.758	14.111	16.066	9.954	14.727	9.125
48	47	-22.757	-14.109	-16.066	-9.954	-14.727	-9.125
47	49	138.442	85.936	124.984	77.529	125.053	77.568
49	47	-138.405	-85.849	-124.953	-77.447	-125.024	-77.488
49	50	123.744	76.758	109.857	68.093	105.238	65.228
50	49	-123.734	-76.736	-109.849	-68.073	-105.231	-65.210
50	51	97.249	60.315	90.149	55.869	88.550	54.875
51	50	-97.244	-60.303	-90.145	-55.856	-88.546	-54.863
51	52	20.928	12.978	25.001	15.491	23.335	14.457
52	51	-20.927	-12.978	-25.001	-15.491	-23.335	-14.457
51	53	76.316	47.325	65.144	40.365	65.211	40.406
53	51	-76.315	-47.321	-65.143	-40.362	-65.210	-40.403
53	54	34.048	21.116	39.593	24.534	29.731	18.422
54	53	-34.047	-21.114	-39.591	-24.531	-29.731	-18.420
54	55	23.202	14.389	31.176	19.317	19.918	12.340
55	54	-23.202	-14.388	-31.176	-19.316	-19.918	-12.340
56	57	72.980	45.281	95.445	59.174	59.236	36.717
57	56	-72.976	-45.270	-95.435	-59.154	-59.234	-36.709
57	58	68.325	42.384	82.451	51.108	54.796	33.960
58	57	-68.323	-42.380	-82.448	-51.101	-54.795	-33.957
58	59	8.490	5.265	11.047	6.845	8.261	5.118
59	58	-8.490	-5.265	-11.047	-6.844	-8.261	-5.118
58	60	59.834	37.115	71.401	44.256	46.534	28.838
60	58	-59.831	-37.108	-71.396	-44.246	-46.533	-28.834
60	61	14.967	9.285	32.563	20.182	12.489	7.738
61	60	-14.967	-9.284	-32.559	-20.175	-12.489	-7.737
60	63	44.864	27.823	38.834	24.065	34.044	21.096
63	60	-44.862	-27.820	-38.833	-24.062	-34.043	-21.094
61	62	7.667	4.756	16.793	10.406	7.204	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.793	-10.406	-7.204	-4.463
63	64	30.070	18.648	26.908	16.674	20.552	12.735
64	63	-30.068	-18.644	-26.906	-16.670	-20.552	-12.733
64	65	28.518	17.683	26.131	16.191	18.033	11.172
65	64	-28.518	-17.682	-26.131	-16.190	-18.033	-11.172
64	67	1.550	0.961	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.961	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.519	6.517	7.559	4.683
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.517	-7.559	-4.683
68	69	39.448	24.458	22.862	14.165	40.355	25.005
69	68	-39.448	-24.457	-22.862	-14.164	-40.354	-25.003
68	70	181.126	112.401	164.908	102.272	173.226	107.426

70	68	-181.090	-112.316	-164.878	-102.191	-173.194	-107.338
70	71	9.424	5.847	23.245	14.404	21.417	13.270
71	70	-9.424	-5.847	-23.245	-14.404	-21.417	-13.270
70	72	171.666	106.469	141.633	87.786	151.777	94.068
72	70	-171.662	-106.461	-141.631	-87.780	-151.774	-94.060
72	73	45.742	28.360	29.327	18.171	33.041	20.471
73	72	-45.741	-28.358	-29.327	-18.170	-33.041	-20.470
72	74	125.920	78.101	112.304	69.609	118.733	73.589
74	72	-125.911	-78.079	-112.296	-69.588	-118.724	-73.567
74	75	81.337	50.441	84.049	52.087	77.687	48.139
75	74	-81.335	-50.437	-84.047	-52.082	-77.685	-48.134
74	80	44.574	27.638	28.247	17.502	41.038	25.428
80	74	-44.573	-27.635	-28.247	-17.500	-41.037	-25.426
75	76	72.690	45.078	73.821	45.745	70.259	43.534
76	75	-72.689	-45.076	-73.820	-45.742	-70.258	-43.532
76	77	44.003	27.288	48.236	29.891	35.488	21.988
77	76	-44.002	-27.285	-48.235	-29.887	-35.488	-21.986
77	78	26.874	16.664	23.513	14.569	23.139	14.336
78	77	-26.873	-16.663	-23.512	-14.568	-23.138	-14.335
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.358
79	78	-14.857	-9.212	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SESUDAH DIPASANG
TCSC PADA SALURAN 43-44**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1.1892	2.8078	1.0608	2.8886	1.1327	3.0768
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008
2	4	0.7852	1.8528	0.6922	1.8944	0.7578	2.0500
4	5	0.8609	2.0309	0.7574	2.0730	0.8286	2.2422
5	6	0.1734	0.4089	0.1516	0.4154	0.1662	0.4497
6	7	0.1887	0.4484	0.1632	0.4642	0.2235	0.5823
6	42	0.0852	0.1994	0.0752	0.1986	0.0632	0.1807
7	8	0.1934	0.4588	0.1650	0.4700	0.2259	0.5888
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019
10	12	0.1496	0.3559	0.1304	0.3705	0.1786	0.4650
12	13	0.1148	0.2733	0.0990	0.2839	0.1414	0.3659
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016
13	15	0.0825	0.1968	0.0728	0.2073	0.1016	0.2637
15	16	0.0796	0.1897	0.0698	0.1988	0.0974	0.2527
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084
16	22	0.1070	0.2553	0.0945	0.2689	0.1316	0.3415
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005
22	23	0.0404	0.0966	0.0366	0.1034	0.0497	0.1293
23	24	0.0313	0.0748	0.0278	0.0792	0.0389	0.1008
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150
24	28	0.0404	0.0974	0.0387	0.1094	0.0545	0.1406
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
30	32	0.0237	0.0572	0.0226	0.0636	0.0311	0.0805
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0358
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0116	0.0058	0.0150
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0294
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0417
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0036	0.0089
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001

42	43	0.0185	0.0436	0.0190	0.0477	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0444	0.0129	0.0378	0.0177	0.0468
43	44	0.0322	0.0763	0.0341	0.0858	0.0218	0.0659
44	45	0.0171	0.0404	0.0172	0.0440	0.0122	0.0360
45	46	0.0684	0.1564	0.0465	0.1296	0.0458	0.1289
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0187
46	47	0.0329	0.0758	0.0247	0.0675	0.0229	0.0649
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0372	0.0866	0.0302	0.0817	0.0286	0.0802
49	50	0.0094	0.0216	0.0073	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0119
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0113	0.0093	0.0206	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0067	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0099	0.0011	0.0045
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0026	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0363	0.0849	0.0296	0.0817	0.0322	0.0877
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0066	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0221	0.0073	0.0205	0.0082	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0024	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0030	0.0017	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SESUDAH
DIPASANG TCSC PADA SALURAN 40-41**

Bus	Fasa					
	R		S		T	
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)
1	1	0	1	0	1	0
2	0.99821	-0.0013	0.99819	-0.00137	0.99818	-0.00139
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.0014	0.99814	-0.00141
4	0.997	-0.00218	0.99697	-0.0023	0.99695	-0.00232
5	0.99567	-0.00315	0.99563	-0.00332	0.99559	-0.00336
6	0.99539	-0.00335	0.99535	-0.00353	0.99531	-0.00357
7	0.99479	-0.00378	0.99474	-0.00399	0.99467	-0.00405
8	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00449	0.99398	-0.00458
9	0.99413	-0.00426	0.99407	-0.0045	0.99397	-0.00458
10	0.99408	-0.0043	0.99403	-0.00453	0.99392	-0.00462
11	0.99403	-0.00433	0.99397	-0.00458	0.99387	-0.00466
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99331	-0.00507
13	0.99304	-0.00506	0.99297	-0.00534	0.99281	-0.00545
14	0.993	-0.00508	0.99293	-0.00537	0.99277	-0.00548
15	0.99268	-0.00532	0.9926	-0.00562	0.99243	-0.00574
16	0.99233	-0.00557	0.99225	-0.00588	0.99206	-0.00602
17	0.99225	-0.00563	0.99217	-0.00595	0.99197	-0.00609
18	0.99205	-0.00577	0.99196	-0.0061	0.99175	-0.00625
19	0.99201	-0.0058	0.99192	-0.00614	0.99171	-0.00628
20	0.99204	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99174	-0.00626
21	0.992	-0.00581	0.99191	-0.00614	0.9917	-0.00629
22	0.99178	-0.00597	0.99169	-0.00631	0.99148	-0.00646
23	0.99157	-0.00612	0.99148	-0.00647	0.99125	-0.00663
24	0.99139	-0.00625	0.9913	-0.00661	0.99106	-0.00677
25	0.9912	-0.00639	0.99112	-0.00675	0.99087	-0.00692
26	0.99119	-0.0064	0.9911	-0.00676	0.99086	-0.00693
27	0.99115	-0.00642	0.99107	-0.00678	0.99083	-0.00695
28	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99075	-0.007
29	0.9911	-0.00646	0.991	-0.00683	0.99075	-0.00701
30	0.99108	-0.00647	0.99098	-0.00685	0.99073	-0.00702
31	0.99108	-0.00648	0.99098	-0.00685	0.99072	-0.00703
32	0.9909	-0.00661	0.9908	-0.00699	0.99053	-0.00717
33	0.99081	-0.00667	0.9907	-0.00706	0.99044	-0.00724
34	0.99076	-0.00671	0.99066	-0.0071	0.99039	-0.00728
35	0.99066	-0.00678	0.99055	-0.00717	0.99028	-0.00736
36	0.99064	-0.0068	0.99053	-0.00719	0.99025	-0.00738
37	0.99048	-0.00691	0.99037	-0.00731	0.99007	-0.00752
38	0.99044	-0.00694	0.99033	-0.00734	0.99003	-0.00755
39	0.9904	-0.00697	0.9903	-0.00737	0.98999	-0.00758
40	0.99036	-0.007	0.99026	-0.0074	0.98995	-0.0076
41	0.99036	-0.007	0.99026	-0.0074	0.98995	-0.00761
42	0.99512	-0.00354	0.99508	-0.00373	0.99504	-0.00377

43	0.99502	-0.00361	0.99498	-0.00381	0.99495	-0.00384
44	0.99405	-0.00432	0.99398	-0.00456	0.99401	-0.00457
45	0.99393	-0.0044	0.99386	-0.00465	0.99389	-0.00465
46	0.99329	-0.00487	0.99325	-0.00512	0.99328	-0.00512
47	0.99294	-0.00512	0.9929	-0.00537	0.99295	-0.00538
48	0.99289	-0.00515	0.99286	-0.00541	0.99291	-0.00541
49	0.99247	-0.00546	0.99244	-0.00573	0.99249	-0.00573
50	0.99234	-0.00555	0.99231	-0.00582	0.99236	-0.00582
51	0.99225	-0.00562	0.99222	-0.0059	0.99227	-0.0059
52	0.99224	-0.00563	0.9922	-0.0059	0.99226	-0.0059
53	0.99221	-0.00564	0.99219	-0.00592	0.99224	-0.00592
54	0.99216	-0.00569	0.99212	-0.00597	0.99218	-0.00596
55	0.99214	-0.0057	0.9921	-0.00598	0.99217	-0.00597
56	0.99377	-0.00453	0.99367	-0.00479	0.99373	-0.00478
57	0.99364	-0.00462	0.99353	-0.00489	0.99361	-0.00488
58	0.99359	-0.00465	0.99348	-0.00493	0.99356	-0.00491
59	0.99357	-0.00467	0.99345	-0.00495	0.99354	-0.00493
60	0.99351	-0.00471	0.99339	-0.005	0.99349	-0.00497
61	0.99342	-0.00478	0.99326	-0.00509	0.9934	-0.00504
62	0.9934	-0.0048	0.99323	-0.00511	0.99338	-0.00506
63	0.99346	-0.00475	0.99334	-0.00504	0.99344	-0.00501
64	0.99337	-0.00482	0.99324	-0.0051	0.99336	-0.00507
65	0.99335	-0.00483	0.99323	-0.00511	0.99335	-0.00508
66	0.99331	-0.00486	0.99319	-0.00515	0.99331	-0.00511
67	0.99336	-0.00482	0.99324	-0.00511	0.99335	-0.00507
68	0.99497	-0.00365	0.99494	-0.00384	0.99489	-0.00389
69	0.99494	-0.00367	0.99491	-0.00386	0.99486	-0.00391
70	0.99461	-0.00391	0.99458	-0.00411	0.99453	-0.00416
71	0.99461	-0.00392	0.99457	-0.00412	0.99452	-0.00417
72	0.99458	-0.00394	0.99455	-0.00414	0.9945	-0.00419
73	0.99456	-0.00395	0.99453	-0.00415	0.99448	-0.0042
74	0.99445	-0.00403	0.99442	-0.00424	0.99437	-0.00429
75	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00427	0.99433	-0.00432
76	0.99439	-0.00408	0.99435	-0.00429	0.99431	-0.00433
77	0.99433	-0.00411	0.9943	-0.00433	0.99426	-0.00437
78	0.9943	-0.00414	0.99427	-0.00435	0.99422	-0.0044
79	0.99427	-0.00416	0.99424	-0.00437	0.99419	-0.00442
80	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00428	0.99433	-0.00432

KONDISI ALIRAN DAYA SESUDAH DIPASANG TCSC PADA SALURAN 40-41

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1206.205	756.196	1136.565	712.984	1188.308	745.752
2	1	-1205.015	-753.387	-1135.504	-710.095	-1187.174	-742.675
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.834	738.398	1108.657	693.456	1169.388	731.652
4	2	-1180.048	-736.544	-1107.965	-691.561	-1168.630	-729.601
4	5	1170.280	730.489	1097.866	685.303	1157.685	722.819
5	4	-1169.419	-728.457	-1097.109	-683.229	-1156.856	-720.576
5	6	1137.671	708.773	1064.747	663.177	1123.333	699.805
6	5	-1137.497	-708.364	-1064.596	-662.761	-1123.166	-699.355
6	7	583.504	363.930	549.149	342.428	628.753	392.160
7	6	-583.315	-363.482	-548.986	-341.964	-628.530	-391.577
6	42	553.994	344.434	515.446	320.333	494.413	307.196
42	6	-553.909	-344.234	-515.371	-320.134	-494.350	-307.015
7	8	543.304	338.672	508.591	316.934	581.922	362.700
8	7	-543.110	-338.213	-508.426	-316.464	-581.696	-362.111
8	9	38.397	23.807	26.033	16.129	32.985	20.435
9	8	-38.396	-23.807	-26.033	-16.129	-32.985	-20.434
8	10	504.714	314.406	482.394	300.335	548.711	341.677
10	8	-504.700	-314.373	-482.381	-300.300	-548.695	-341.634
10	11	18.934	11.743	23.929	14.828	23.693	14.680
11	10	-18.934	-11.742	-23.928	-14.826	-23.693	-14.678
10	12	485.766	302.630	458.453	285.472	525.001	326.954
12	10	-485.617	-302.274	-458.322	-285.101	-524.823	-326.489
12	13	455.710	283.728	429.312	267.127	499.006	310.497
13	12	-455.595	-283.455	-429.213	-266.843	-498.865	-310.131
13	14	25.934	16.084	21.327	13.214	28.363	17.572
14	13	-25.934	-16.083	-21.326	-13.213	-28.362	-17.570
13	15	429.661	267.370	407.887	253.628	470.502	292.559
15	13	-429.579	-267.173	-407.814	-253.421	-470.400	-292.295
15	16	427.607	265.950	404.894	251.612	466.881	290.115
16	15	-427.527	-265.760	-404.824	-251.413	-466.784	-289.863
16	17	61.727	38.303	57.616	35.715	66.625	41.291
17	16	-61.725	-38.296	-57.614	-35.708	-66.622	-41.283
16	22	365.800	227.458	347.208	215.699	400.159	248.571
22	16	-365.693	-227.202	-347.113	-215.430	-400.027	-248.230
17	18	47.064	29.204	45.965	28.491	56.434	34.973
18	17	-47.059	-29.193	-45.961	-28.478	-56.426	-34.955
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.167	-24.674	-15.289	-23.665	-14.659
18	20	27.447	17.025	21.286	13.188	32.760	20.294
20	18	-27.447	-17.025	-21.286	-13.188	-32.760	-20.294

20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.208	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.237	221.339	340.999	211.641	389.609	241.777
23	22	-356.197	-221.242	-340.962	-211.538	-389.559	-241.647
23	24	334.874	208.015	318.705	197.748	367.857	228.206
24	23	-334.843	-207.940	-318.678	-197.669	-367.818	-228.105
24	25	60.620	37.614	49.879	30.914	56.097	34.757
25	24	-60.613	-37.598	-49.875	-30.902	-56.091	-34.742
24	28	274.223	170.326	268.798	166.755	311.721	193.347
28	24	-274.182	-170.228	-268.760	-166.646	-311.667	-193.207
25	26	37.213	23.084	30.335	18.794	35.338	21.888
26	25	-37.213	-23.083	-30.334	-18.794	-35.337	-21.887
25	27	23.400	14.515	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.513	-19.540	-12.106	-20.753	-12.853
28	29	16.643	10.325	18.890	11.704	16.751	10.374
29	28	-16.643	-10.325	-18.890	-11.704	-16.751	-10.374
28	30	257.539	159.904	249.869	154.942	294.916	182.833
30	28	-257.536	-159.896	-249.866	-154.933	-294.911	-182.821
30	31	5.448	3.381	3.827	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.381	-3.827	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.088	156.515	246.040	152.562	282.924	175.394
32	30	-252.064	-156.458	-246.017	-152.498	-282.892	-175.314
32	33	226.175	140.394	214.988	133.273	249.518	154.642
33	32	-226.164	-140.368	-214.979	-133.245	-249.505	-154.607
33	34	184.460	114.496	175.398	108.723	204.969	127.023
34	33	-184.456	-114.485	-175.394	-108.711	-204.963	-127.008
34	35	159.554	99.036	147.223	91.258	181.250	112.323
35	34	-159.546	-99.016	-147.216	-91.238	-181.239	-112.294
35	36	40.573	25.173	42.655	26.429	43.959	27.226
36	35	-40.572	-25.171	-42.654	-26.427	-43.958	-27.224
35	37	118.973	73.843	104.561	64.809	137.280	85.068
37	35	-118.961	-73.815	-104.553	-64.783	-137.263	-85.026
37	38	43.219	26.822	49.575	30.717	62.731	38.858
38	37	-43.218	-26.821	-49.574	-30.715	-62.729	-38.854
37	39	75.742	46.993	54.978	34.065	74.532	46.169
39	37	-75.738	-46.984	-54.976	-34.060	-74.529	-46.160
39	40	40.986	25.428	36.913	22.871	41.302	25.581
40	39	-40.985	-25.426	-36.912	-22.869	-41.301	-25.578
40	41	12.679	7.865	11.437	7.085	10.898	6.749
41	40	-12.679	-7.865	-11.437	-7.085	-10.898	-6.749
42	43	333.315	207.331	327.588	203.660	280.752	174.537
43	42	-333.296	-207.287	-327.569	-203.612	-280.740	-174.502
42	68	220.594	136.903	187.783	116.475	213.598	132.478
68	42	-220.575	-136.859	-187.770	-116.437	-213.580	-132.431
43	44	296.798	184.659	295.633	183.824	258.113	160.484
44	43	-296.637	-184.277	-295.463	-183.395	-258.004	-160.154
44	45	267.448	166.178	261.803	162.538	236.677	146.941
45	44	-267.430	-166.137	-261.786	-162.494	-236.665	-146.905

45	46	179.660	111.667	151.281	93.970	152.747	94.878
46	45	-179.591	-111.510	-151.235	-93.840	-152.701	-94.749
45	56	87.771	54.470	110.504	68.525	83.918	52.027
56	45	-87.764	-54.452	-110.491	-68.494	-83.912	-52.008
46	47	161.232	100.127	141.069	87.543	139.811	86.763
47	46	-161.199	-100.051	-141.044	-87.475	-139.788	-86.698
47	48	22.758	14.112	16.066	9.953	14.728	9.126
48	47	-22.757	-14.110	-16.065	-9.952	-14.728	-9.125
47	49	138.441	85.940	124.979	77.522	125.059	77.572
49	47	-138.404	-85.853	-124.948	-77.440	-125.031	-77.492
49	50	123.743	76.761	109.852	68.087	105.243	65.232
50	49	-123.733	-76.739	-109.845	-68.067	-105.237	-65.214
50	51	97.249	60.318	90.146	55.863	88.554	54.878
51	50	-97.243	-60.305	-90.141	-55.851	-88.550	-54.866
51	52	20.927	12.979	25.000	15.490	23.336	14.458
52	51	-20.927	-12.978	-25.000	-15.490	-23.336	-14.458
51	53	76.316	47.327	65.141	40.361	65.214	40.408
53	51	-76.314	-47.323	-65.140	-40.358	-65.213	-40.405
53	54	34.048	21.117	39.592	24.532	29.733	18.423
54	53	-34.047	-21.115	-39.590	-24.529	-29.732	-18.421
54	55	23.202	14.390	31.175	19.316	19.919	12.341
55	54	-23.202	-14.389	-31.175	-19.315	-19.919	-12.341
56	57	72.980	45.283	95.442	59.170	59.240	36.720
57	56	-72.975	-45.272	-95.433	-59.150	-59.238	-36.711
57	58	68.325	42.386	82.448	51.104	54.799	33.962
58	57	-68.323	-42.382	-82.445	-51.097	-54.798	-33.959
58	59	8.490	5.266	11.046	6.844	8.261	5.119
59	58	-8.490	-5.265	-11.046	-6.844	-8.261	-5.118
58	60	59.833	37.117	71.399	44.253	46.537	28.840
60	58	-59.831	-37.110	-71.394	-44.243	-46.536	-28.836
60	61	14.967	9.286	32.562	20.181	12.490	7.739
61	60	-14.967	-9.284	-32.559	-20.174	-12.490	-7.738
60	63	44.863	27.824	38.832	24.063	34.046	21.097
63	60	-44.862	-27.821	-38.831	-24.060	-34.045	-21.095
61	62	7.667	4.757	16.793	10.406	7.205	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.793	-10.405	-7.205	-4.464
63	64	30.069	18.649	26.907	16.673	20.554	12.736
64	63	-30.068	-18.645	-26.905	-16.669	-20.553	-12.734
64	65	28.518	17.683	26.130	16.189	18.034	11.173
65	64	-28.517	-17.683	-26.130	-16.189	-18.034	-11.173
64	67	1.550	0.962	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.962	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.518	6.517	7.560	4.684
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.516	-7.560	-4.683
68	69	39.448	24.458	22.862	14.165	40.355	25.005
69	68	-39.448	-24.457	-22.862	-14.164	-40.354	-25.003
68	70	181.126	112.401	164.908	102.272	173.226	107.426
70	68	-181.090	-112.316	-164.878	-102.191	-173.194	-107.338

70	71	9.424	5.847	23.245	14.404	21.417	13.270
71	70	-9.424	-5.847	-23.245	-14.404	-21.417	-13.270
70	72	171.666	106.469	141.633	87.786	151.777	94.068
72	70	-171.662	-106.461	-141.631	-87.780	-151.774	-94.060
72	73	45.742	28.360	29.327	18.171	33.041	20.471
73	72	-45.741	-28.358	-29.327	-18.170	-33.041	-20.470
72	74	125.920	78.101	112.303	69.609	118.733	73.589
74	72	-125.911	-78.079	-112.296	-69.588	-118.724	-73.567
74	75	81.337	50.441	84.049	52.087	77.687	48.139
75	74	-81.335	-50.437	-84.047	-52.082	-77.685	-48.134
74	80	44.574	27.638	28.247	17.502	41.038	25.428
80	74	-44.573	-27.635	-28.247	-17.500	-41.037	-25.426
75	76	72.690	45.078	73.821	45.745	70.259	43.534
76	75	-72.689	-45.076	-73.820	-45.742	-70.258	-43.532
76	77	44.003	27.288	48.236	29.891	35.488	21.988
77	76	-44.002	-27.285	-48.235	-29.887	-35.488	-21.986
77	78	26.874	16.664	23.513	14.569	23.139	14.336
78	77	-26.873	-16.663	-23.512	-14.568	-23.138	-14.335
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.358
79	78	-14.857	-9.212	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SESUDAH DIPASANG
TCSC PADA SALURAN 40-41**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa									
		R		S		T					
		P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)				
1	2	1.1897	2.8089	1.0612	2.8888	1.1331	3.0779				
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008				
2	4	0.7855	1.8536	0.6925	1.8952	0.7580	2.0507				
4	5	0.8612	2.0317	0.7577	2.0739	0.8289	2.2430				
5	6	0.1735	0.4080	0.1517	0.4156	0.1663	0.4499				
6	7	0.1887	0.4484	0.1632	0.4642	0.2235	0.5823				
6	42	0.0853	0.1995	0.0752	0.1988	0.0632	0.1809				
7	8	0.1934	0.4588	0.1650	0.4700	0.2259	0.5888				
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002				
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428				
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019				
10	12	0.1496	0.3559	0.1304	0.3705	0.1786	0.4650				
12	13	0.1148	0.2733	0.0980	0.2839	0.1414	0.3659				
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016				
13	15	0.0825	0.1968	0.0728	0.2073	0.1016	0.2637				
15	16	0.0796	0.1897	0.0698	0.1988	0.0974	0.2527				
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084				
16	22	0.1070	0.2553	0.0945	0.2689	0.1316	0.3415				
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184				
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015				
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005				
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005				
22	23	0.0404	0.0966	0.0366	0.1034	0.0497	0.1293				
23	24	0.0313	0.0748	0.0278	0.0792	0.0389	0.1009				
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150				
24	28	0.0404	0.0974	0.0387	0.1094	0.0545	0.1406				
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008				
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014				
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001				
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116				
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001				
30	32	0.0237	0.0572	0.0226	0.0636	0.0311	0.0805				
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0358				
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0116	0.0058	0.0150				
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0294				
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018				
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0417				
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038				
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0036	0.0089				
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021				
40	41	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				

42	43	0.0185	0.0437	0.0190	0.0478	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0444	0.0129	0.0378	0.0177	0.0468
43	44	0.1611	0.3822	0.1707	0.4295	0.1091	0.3301
44	45	0.0171	0.0404	0.0173	0.0441	0.0122	0.0361
45	46	0.0685	0.1566	0.0466	0.1298	0.0458	0.1290
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0188
46	47	0.0330	0.0760	0.0248	0.0676	0.0230	0.0650
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0373	0.0867	0.0302	0.0819	0.0287	0.0803
49	50	0.0094	0.0216	0.0074	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0120
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0114	0.0093	0.0207	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0067	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0100	0.0011	0.0045
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0028	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0363	0.0849	0.0296	0.0817	0.0322	0.0877
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0066	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0221	0.0073	0.0205	0.0082	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0024	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0030	0.0017	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SESUDAH
DIPASANG TCSC PADA SALURAN 28-30**

Bus	Fasa							
	R				S			
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)
1	1	0	1	0	1	0	1	0
2	0.99821	-0.0013	0.99819	-0.00137	0.99818	-0.00139	0.99818	-0.00139
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.0014	0.99814	-0.00141	0.99814	-0.00141
4	0.997	-0.00218	0.99697	-0.0023	0.99695	-0.00232	0.99695	-0.00232
5	0.99567	-0.00315	0.99563	-0.00332	0.99559	-0.00336	0.99559	-0.00336
6	0.99539	-0.00335	0.99535	-0.00353	0.99531	-0.00357	0.99531	-0.00357
7	0.99479	-0.00378	0.99474	-0.00399	0.99467	-0.00405	0.99467	-0.00405
8	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00449	0.99398	-0.00458	0.99398	-0.00458
9	0.99413	-0.00426	0.99407	-0.0045	0.99397	-0.00458	0.99397	-0.00458
10	0.99408	-0.0043	0.99403	-0.00453	0.99392	-0.00462	0.99392	-0.00462
11	0.99403	-0.00433	0.99397	-0.00458	0.99387	-0.00466	0.99387	-0.00466
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99331	-0.00507	0.99331	-0.00507
13	0.99304	-0.00506	0.99297	-0.00534	0.99281	-0.00545	0.99281	-0.00545
14	0.993	-0.00508	0.99293	-0.00537	0.99277	-0.00548	0.99277	-0.00548
15	0.99268	-0.00532	0.9926	-0.00562	0.99243	-0.00574	0.99243	-0.00574
16	0.99233	-0.00557	0.99225	-0.00588	0.99206	-0.00602	0.99206	-0.00602
17	0.99225	-0.00563	0.99217	-0.00595	0.99197	-0.00609	0.99197	-0.00609
18	0.99205	-0.00577	0.99196	-0.0061	0.99175	-0.00625	0.99175	-0.00625
19	0.99201	-0.0058	0.99192	-0.00614	0.99171	-0.00628	0.99171	-0.00628
20	0.99204	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99174	-0.00626	0.99174	-0.00626
21	0.992	-0.00581	0.99191	-0.00614	0.9917	-0.00629	0.9917	-0.00629
22	0.99178	-0.00597	0.99169	-0.00631	0.99148	-0.00646	0.99148	-0.00646
23	0.99157	-0.00612	0.99148	-0.00647	0.99125	-0.00663	0.99125	-0.00663
24	0.99139	-0.00625	0.9913	-0.00661	0.99106	-0.00677	0.99106	-0.00677
25	0.9912	-0.00639	0.99112	-0.00675	0.99087	-0.00692	0.99087	-0.00692
26	0.99119	-0.0064	0.9911	-0.00676	0.99086	-0.00693	0.99086	-0.00693
27	0.99115	-0.00642	0.99107	-0.00678	0.99083	-0.00695	0.99083	-0.00695
28	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99075	-0.007	0.99075	-0.007
29	0.9911	-0.00646	0.991	-0.00683	0.99075	-0.00701	0.99075	-0.00701
30	0.9911	-0.00646	0.991	-0.00683	0.99075	-0.00701	0.99075	-0.00701
31	0.9911	-0.00646	0.991	-0.00684	0.99074	-0.00701	0.99074	-0.00701
32	0.99092	-0.00659	0.99082	-0.00697	0.99056	-0.00715	0.99056	-0.00715
33	0.99083	-0.00666	0.99072	-0.00704	0.99046	-0.00723	0.99046	-0.00723
34	0.99078	-0.00669	0.99068	-0.00708	0.99041	-0.00727	0.99041	-0.00727
35	0.99068	-0.00676	0.99057	-0.00716	0.9903	-0.00735	0.9903	-0.00735
36	0.99066	-0.00678	0.99055	-0.00718	0.99027	-0.00737	0.99027	-0.00737
37	0.9905	-0.0069	0.99039	-0.0073	0.99009	-0.0075	0.99009	-0.0075
38	0.99046	-0.00692	0.99035	-0.00733	0.99005	-0.00753	0.99005	-0.00753
39	0.99042	-0.00696	0.99032	-0.00736	0.99001	-0.00756	0.99001	-0.00756
40	0.99038	-0.00698	0.99028	-0.00738	0.98998	-0.00759	0.98998	-0.00759
41	0.99037	-0.00699	0.99027	-0.00739	0.98997	-0.00759	0.98997	-0.00759
42	0.99512	-0.00354	0.99508	-0.00373	0.99504	-0.00377	0.99504	-0.00377

43	0.99502	-0.00361	0.99498	-0.00361	0.99495	-0.00384
44	0.99405	-0.00432	0.99398	-0.00456	0.99401	-0.00457
45	0.99393	-0.0044	0.99386	-0.00465	0.99389	-0.00465
46	0.99329	-0.00487	0.99325	-0.00512	0.99328	-0.00512
47	0.99294	-0.00512	0.9929	-0.00537	0.99295	-0.00538
48	0.99289	-0.00515	0.99286	-0.00541	0.99291	-0.00541
49	0.99247	-0.00546	0.99244	-0.00573	0.99249	-0.00573
50	0.99234	-0.00555	0.99231	-0.00582	0.99236	-0.00582
51	0.99225	-0.00562	0.99222	-0.0059	0.99227	-0.0059
52	0.99224	-0.00563	0.9922	-0.0059	0.99226	-0.0059
53	0.99222	-0.00564	0.99219	-0.00592	0.99224	-0.00592
54	0.99216	-0.00569	0.99212	-0.00597	0.99218	-0.00596
55	0.99214	-0.0057	0.9921	-0.00598	0.99217	-0.00597
56	0.99377	-0.00453	0.99367	-0.00479	0.99373	-0.00478
57	0.99364	-0.00462	0.99353	-0.00489	0.99361	-0.00488
58	0.99359	-0.00465	0.99348	-0.00493	0.99356	-0.00491
59	0.99357	-0.00467	0.99345	-0.00495	0.99354	-0.00493
60	0.99351	-0.00471	0.99339	-0.005	0.99349	-0.00497
61	0.99342	-0.00478	0.99326	-0.00509	0.9934	-0.00504
62	0.9934	-0.0048	0.99323	-0.00511	0.99338	-0.00506
63	0.99346	-0.00475	0.99334	-0.00504	0.99344	-0.00501
64	0.99337	-0.00482	0.99324	-0.0051	0.99336	-0.00507
65	0.99335	-0.00483	0.99323	-0.00511	0.99335	-0.00508
66	0.99331	-0.00486	0.99319	-0.00515	0.99331	-0.00511
67	0.99336	-0.00482	0.99324	-0.00511	0.99335	-0.00507
68	0.99497	-0.00365	0.99494	-0.00384	0.99489	-0.00389
69	0.99494	-0.00367	0.99491	-0.00386	0.99486	-0.00391
70	0.99461	-0.00391	0.99458	-0.00411	0.99453	-0.00416
71	0.99461	-0.00392	0.99457	-0.00412	0.99452	-0.00417
72	0.99458	-0.00394	0.99455	-0.00414	0.9945	-0.00419
73	0.99456	-0.00395	0.99453	-0.00415	0.99448	-0.0042
74	0.99445	-0.00403	0.99442	-0.00424	0.99437	-0.00429
75	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00427	0.99433	-0.00432
76	0.99439	-0.00408	0.99435	-0.00429	0.99431	-0.00433
77	0.99433	-0.00411	0.9943	-0.00433	0.99426	-0.00437
78	0.9943	-0.00414	0.99427	-0.00435	0.99422	-0.0044
79	0.99427	-0.00416	0.99424	-0.00437	0.99419	-0.00442
80	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00426	0.99433	-0.00432

**KONDISI ALIRAN DAYA SESUDAH DIPASANG TCSC PADA
SALURAN 28-30**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1206.202	756.189	1136.563	712.977	1188.304	745.744
2	1	-1205.012	-753.380	-1135.502	-710.087	-1187.171	-742.666
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.831	738.391	1108.655	693.449	1169.385	731.643
4	2	-1180.045	-736.537	-1107.962	-691.554	-1168.627	-729.593
4	5	1170.278	730.482	1097.864	685.296	1157.682	722.811
5	4	-1169.416	-728.450	-1097.106	-683.222	-1156.853	-720.568
5	6	1137.668	708.766	1064.745	663.170	1123.329	699.797
6	5	-1137.495	-708.357	-1064.593	-662.754	-1123.163	-699.347
6	7	583.501	363.923	549.147	342.421	628.750	392.151
7	6	-583.312	-363.475	-548.984	-341.957	-628.527	-391.569
6	42	553.994	344.434	515.446	320.333	494.413	307.196
42	6	-553.909	-344.234	-515.371	-320.134	-494.350	-307.015
7	8	543.301	338.665	508.589	316.927	581.919	362.691
8	7	-543.108	-338.206	-508.424	-316.457	-581.693	-362.103
8	9	38.397	23.807	26.033	16.129	32.985	20.435
9	8	-38.396	-23.807	-26.033	-16.129	-32.985	-20.434
8	10	504.711	314.399	482.391	300.327	548.708	341.668
10	8	-504.698	-314.367	-482.379	-300.293	-548.691	-341.625
10	11	18.934	11.743	23.929	14.828	23.693	14.680
11	10	-18.934	-11.742	-23.928	-14.826	-23.693	-14.678
10	12	485.764	302.623	458.450	285.465	524.998	326.945
12	10	-485.614	-302.267	-458.320	-285.094	-524.819	-326.480
12	13	455.707	283.721	429.310	267.119	499.003	310.488
13	12	-455.593	-283.448	-429.211	-266.836	-498.861	-310.122
13	14	25.934	16.084	21.327	13.214	28.363	17.572
14	13	-25.934	-16.083	-21.326	-13.213	-28.362	-17.570
13	15	429.658	267.363	407.884	253.621	470.498	292.550
15	13	-429.576	-267.167	-407.811	-253.414	-470.397	-292.286
15	16	427.604	265.943	404.891	251.605	466.878	290.106
16	15	-427.524	-265.753	-404.821	-251.406	-466.781	-289.854
16	17	61.727	38.303	57.616	35.715	66.625	41.291
17	16	-61.725	-38.296	-57.614	-35.708	-66.622	-41.283
16	22	365.797	227.451	347.205	215.692	400.155	248.562
22	16	-365.690	-227.195	-347.110	-215.423	-400.024	-248.221
17	18	47.064	29.204	45.965	28.491	56.434	34.973
18	17	-47.059	-29.193	-45.961	-28.478	-56.426	-34.955
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.167	-24.674	-15.289	-23.665	-14.659
18	20	27.447	17.025	21.286	13.188	32.760	20.294

20	18	-27.447	-17.025	-21.286	-13.188	-32.760	-20.294
20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.562
21	20	-6.783	-4.208	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.235	221.332	340.996	211.634	389.606	241.768
23	22	-356.194	-221.235	-340.959	-211.531	-389.556	-241.638
23	24	334.871	208.008	318.703	197.741	367.854	228.197
24	23	-334.840	-207.933	-318.675	-197.662	-367.815	-228.096
24	25	60.620	37.614	49.879	30.914	56.097	34.757
25	24	-60.613	-37.598	-49.875	-30.902	-56.091	-34.742
24	28	274.220	170.319	268.796	166.748	311.718	193.339
28	24	-274.180	-170.222	-268.757	-166.639	-311.663	-193.198
25	26	37.213	23.084	30.335	18.794	35.338	21.888
26	25	-37.213	-23.083	-30.334	-18.794	-35.337	-21.887
25	27	23.400	14.515	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.513	-19.540	-12.106	-20.753	-12.853
28	29	16.643	10.325	18.890	11.704	16.751	10.374
29	28	-16.643	-10.325	-18.890	-11.704	-16.751	-10.374
28	30	257.536	159.897	249.867	154.935	294.913	182.824
30	28	-257.536	-159.895	-249.866	-154.933	-294.912	-182.822
30	31	5.448	3.381	3.827	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.381	-3.827	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.088	156.515	246.040	152.562	282.924	175.395
32	30	-252.064	-156.457	-246.017	-152.498	-282.893	-175.314
32	33	226.175	140.394	214.988	133.273	249.519	154.643
33	32	-226.164	-140.367	-214.979	-133.245	-249.505	-154.607
33	34	184.460	114.495	175.397	108.723	204.969	127.024
34	33	-184.456	-114.485	-175.393	-108.711	-204.963	-127.009
34	35	159.554	99.036	147.223	91.258	181.251	112.324
35	34	-159.546	-99.015	-147.216	-91.238	-181.239	-112.294
35	36	40.573	25.172	42.655	26.429	43.959	27.226
36	35	-40.572	-25.171	-42.654	-26.427	-43.958	-27.224
35	37	118.973	73.843	104.561	64.809	137.280	85.068
37	35	-118.961	-73.815	-104.552	-64.783	-137.263	-85.027
37	38	43.219	26.822	49.575	30.717	62.731	38.858
38	37	-43.218	-26.821	-49.574	-30.715	-62.729	-38.854
37	39	75.742	46.993	54.978	34.065	74.533	46.169
39	37	-75.738	-46.984	-54.976	-34.060	-74.529	-46.160
39	40	40.986	25.428	36.913	22.871	41.302	25.581
40	39	-40.985	-25.426	-36.912	-22.869	-41.301	-25.579
40	41	12.679	7.865	11.437	7.085	10.898	6.749
41	40	-12.679	-7.865	-11.437	-7.085	-10.898	-6.749
42	43	333.315	207.331	327.588	203.660	280.752	174.537
43	42	-333.296	-207.287	-327.569	-203.612	-280.740	-174.502
42	68	220.594	136.903	187.783	116.475	213.598	132.478
68	42	-220.575	-136.859	-187.770	-116.437	-213.580	-132.431
43	44	296.798	184.659	295.633	183.824	258.113	160.484
44	43	-296.637	-184.277	-295.463	-183.395	-258.004	-160.154
44	45	267.448	166.178	261.803	162.538	236.677	146.941

45	44	-267.430	-166.137	-261.786	-162.494	-236.665	-146.905
45	46	179.660	111.667	151.281	93.970	152.747	94.878
46	45	-179.591	-111.510	-151.235	-93.840	-152.701	-94.749
45	56	87.771	54.470	110.504	68.525	83.918	52.027
56	45	-87.764	-54.452	-110.491	-68.494	-83.912	-52.008
46	47	161.232	100.127	141.069	87.543	139.811	86.763
47	46	-161.199	-100.051	-141.044	-87.475	-139.788	-86.698
47	48	22.758	14.112	16.066	9.953	14.728	9.126
48	47	-22.757	-14.110	-16.065	-9.952	-14.728	-9.125
47	49	138.441	85.940	124.979	77.522	125.059	77.572
49	47	-138.404	-85.853	-124.948	-77.440	-125.031	-77.492
49	50	123.743	76.761	109.852	68.087	105.243	65.232
50	49	-123.733	-76.739	-109.845	-68.067	-105.237	-65.214
50	51	97.249	60.318	90.146	55.863	88.554	54.878
51	50	-97.243	-60.305	-90.141	-55.851	-88.550	-54.866
51	52	20.927	12.979	25.000	15.490	23.336	14.458
52	51	-20.927	-12.978	-25.000	-15.490	-23.336	-14.458
51	53	76.316	47.327	65.141	40.361	65.214	40.408
53	51	-76.314	-47.323	-65.140	-40.358	-65.213	-40.405
53	54	34.048	21.117	39.592	24.532	29.733	18.423
54	53	-34.047	-21.115	-39.590	-24.529	-29.732	-18.421
54	55	23.202	14.390	31.175	19.316	19.919	12.341
55	54	-23.202	-14.389	-31.175	-19.315	-19.919	-12.341
56	57	72.980	45.283	95.442	59.170	59.240	36.720
57	56	-72.975	-45.272	-95.433	-59.150	-59.238	-36.711
57	58	68.325	42.386	82.448	51.104	54.799	33.962
58	57	-68.323	-42.382	-82.445	-51.097	-54.798	-33.959
58	59	8.490	5.266	11.046	6.844	8.261	5.119
59	58	-8.490	-5.265	-11.046	-6.844	-8.261	-5.118
58	60	59.833	37.117	71.399	44.253	46.537	28.840
60	58	-59.831	-37.110	-71.394	-44.243	-46.536	-28.836
60	61	14.967	9.286	32.562	20.181	12.490	7.739
61	60	-14.967	-9.284	-32.559	-20.174	-12.490	-7.738
60	63	44.863	27.824	38.832	24.063	34.046	21.097
63	60	-44.862	-27.821	-38.831	-24.060	-34.045	-21.095
61	62	7.667	4.757	16.793	10.406	7.205	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.793	-10.405	-7.205	-4.464
63	64	30.069	18.649	26.907	16.673	20.554	12.736
64	63	-30.068	-18.645	-26.905	-16.669	-20.553	-12.734
64	65	28.518	17.683	26.130	16.189	18.034	11.173
65	64	-28.517	-17.683	-26.130	-16.189	-18.034	-11.173
64	67	1.550	0.962	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.962	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.518	6.517	7.560	4.684
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.516	-7.560	-4.683
68	69	39.448	24.458	22.862	14.165	40.355	25.005
69	68	-39.448	-24.457	-22.862	-14.164	-40.354	-25.003
68	70	181.126	112.401	164.908	102.272	173.226	107.426

70	68	-181.090	-112.316	-164.878	-102.191	-173.194	-107.338
70	71	9.424	5.847	23.245	14.404	21.417	13.270
71	70	-9.424	-5.847	-23.245	-14.404	-21.417	-13.270
70	72	171.666	106.469	141.633	87.786	151.777	94.068
72	70	-171.662	-106.461	-141.631	-87.780	-151.774	-94.060
72	73	45.742	28.360	29.327	18.171	33.041	20.471
73	72	-45.741	-28.358	-29.327	-18.170	-33.041	-20.470
72	74	125.920	78.101	112.303	69.609	118.733	73.589
74	72	-125.911	-78.079	-112.296	-69.588	-118.724	-73.567
74	75	81.337	50.441	84.049	52.087	77.687	48.139
75	74	-81.335	-50.437	-84.047	-52.082	-77.685	-48.134
74	80	44.574	27.638	28.247	17.502	41.038	25.428
80	74	-44.573	-27.635	-28.247	-17.500	-41.037	-25.426
75	76	72.690	45.078	73.821	45.745	70.259	43.534
76	75	-72.689	-45.076	-73.820	-45.742	-70.258	-43.532
76	77	44.003	27.288	48.236	29.891	35.488	21.988
77	76	-44.002	-27.285	-48.235	-29.887	-35.488	-21.986
77	78	26.874	16.664	23.513	14.569	23.139	14.336
78	77	-26.873	-16.663	-23.512	-14.568	-23.138	-14.335
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.358
79	78	-14.857	-9.212	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SESUDAH DIPASANG
TCSC PADA SALURAN 28-30**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa							
		R		S		T			
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)		
1	2	1.1897	2.8088	1.0612	2.8898	1.1331	3.0778		
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008		
2	4	0.7855	1.8536	0.6925	1.8952	0.7580	2.0507		
4	5	0.8612	2.0317	0.7577	2.0739	0.8289	2.2430		
5	6	0.1735	0.4090	0.1517	0.4156	0.1663	0.4499		
6	7	0.1887	0.4484	0.1632	0.4642	0.2235	0.5822		
6	42	0.0853	0.1995	0.0752	0.1988	0.0632	0.1809		
7	8	0.1934	0.4588	0.1650	0.4700	0.2259	0.5888		
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002		
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428		
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019		
10	12	0.1496	0.3559	0.1304	0.3705	0.1786	0.4650		
12	13	0.1148	0.2733	0.0990	0.2839	0.1414	0.3659		
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016		
13	15	0.0825	0.1968	0.0728	0.2073	0.1016	0.2637		
15	16	0.0796	0.1897	0.0698	0.1988	0.0974	0.2527		
16	17	0.0027	0.0085	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084		
16	22	0.1070	0.2553	0.0945	0.2889	0.1316	0.3415		
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184		
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015		
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005		
20	21	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0005		
22	23	0.0404	0.0966	0.0366	0.1034	0.0497	0.1293		
23	24	0.0313	0.0748	0.0278	0.0792	0.0389	0.1008		
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150		
24	28	0.0403	0.0974	0.0387	0.1094	0.0545	0.1406		
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008		
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014		
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001		
28	30	0.0007	0.0016	0.0006	0.0018	0.0009	0.0023		
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001		
30	32	0.0237	0.0572	0.0226	0.0636	0.0311	0.0805		
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0358		
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0116	0.0058	0.0150		
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0294		
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018		
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0417		
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038		
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0036	0.0089		
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021		
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001		

42	43	0.0185	0.0437	0.0190	0.0478	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0444	0.0129	0.0378	0.0177	0.0468
43	44	0.1611	0.3822	0.1707	0.4285	0.1091	0.3301
44	45	0.0171	0.0404	0.0173	0.0441	0.0122	0.0361
45	46	0.0685	0.1566	0.0466	0.1298	0.0458	0.1290
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0188
46	47	0.0330	0.0760	0.0248	0.0676	0.0230	0.0650
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0373	0.0867	0.0302	0.0919	0.0287	0.0803
49	50	0.0094	0.0216	0.0074	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0120
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0114	0.0083	0.0207	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0067	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0100	0.0011	0.0045
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0026	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0363	0.0849	0.0286	0.0817	0.0322	0.0877
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0066	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0221	0.0073	0.0205	0.0082	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0024	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0030	0.0017	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

**KONDISI TEGANGAN DAN SUDUT FASA TEGANGAN SESUDAH
DIPASANG TCSC PADA SALURAN 20-21**

Bus	Fasa					
	R		S		T	
	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)	V (pu)	Sud (°)
1	1	0	1	0	1	0
2	0.99821	-0.0013	0.99819	-0.00137	0.99818	-0.00139
3	0.99817	-0.00133	0.99815	-0.0014	0.99814	-0.00141
4	0.997	-0.00218	0.99697	-0.0023	0.99695	-0.00232
5	0.99567	-0.00315	0.99563	-0.00332	0.99559	-0.00336
6	0.99539	-0.00335	0.99535	-0.00353	0.99531	-0.00357
7	0.99479	-0.00378	0.99474	-0.00399	0.99467	-0.00405
8	0.99413	-0.00426	0.99408	-0.00449	0.99398	-0.00458
9	0.99413	-0.00426	0.99407	-0.0045	0.99397	-0.00458
10	0.99408	-0.0043	0.99403	-0.00453	0.99392	-0.00462
11	0.99403	-0.00433	0.99397	-0.00458	0.99387	-0.00466
12	0.99351	-0.00471	0.99345	-0.00498	0.99331	-0.00507
13	0.99304	-0.00506	0.99297	-0.00534	0.99281	-0.00545
14	0.993	-0.00508	0.99293	-0.00537	0.99277	-0.00548
15	0.99268	-0.00532	0.9926	-0.00562	0.99243	-0.00574
16	0.99233	-0.00557	0.99225	-0.00588	0.99206	-0.00602
17	0.99225	-0.00563	0.99217	-0.00595	0.99197	-0.00609
18	0.99205	-0.00577	0.99196	-0.0061	0.99175	-0.00625
19	0.99201	-0.0058	0.99192	-0.00614	0.99171	-0.00628
20	0.99204	-0.00578	0.99196	-0.00611	0.99174	-0.00626
21	0.99203	-0.00579	0.99195	-0.00612	0.99173	-0.00626
22	0.99178	-0.00597	0.99169	-0.00631	0.99148	-0.00646
23	0.99157	-0.00612	0.99148	-0.00647	0.99125	-0.00663
24	0.99139	-0.00625	0.9913	-0.00661	0.99106	-0.00677
25	0.9912	-0.00639	0.99112	-0.00675	0.99087	-0.00692
26	0.99119	-0.0064	0.9911	-0.00676	0.99086	-0.00693
27	0.99115	-0.00642	0.99107	-0.00678	0.99083	-0.00695
28	0.99111	-0.00646	0.99101	-0.00683	0.99075	-0.007
29	0.9911	-0.00646	0.991	-0.00683	0.99075	-0.00701
30	0.99108	-0.00647	0.99098	-0.00685	0.99073	-0.00702
31	0.99108	-0.00648	0.99098	-0.00685	0.99072	-0.00703
32	0.9909	-0.00661	0.9908	-0.00699	0.99053	-0.00717
33	0.99081	-0.00667	0.9907	-0.00706	0.99044	-0.00724
34	0.99076	-0.00671	0.99066	-0.0071	0.99039	-0.00728
35	0.99066	-0.00678	0.99055	-0.00717	0.99028	-0.00736
36	0.99064	-0.0068	0.99053	-0.00719	0.99025	-0.00738
37	0.99048	-0.00691	0.99037	-0.00731	0.99007	-0.00752
38	0.99044	-0.00694	0.99033	-0.00734	0.99003	-0.00755
39	0.9904	-0.00697	0.9903	-0.00737	0.98999	-0.00758
40	0.99036	-0.007	0.99026	-0.0074	0.98995	-0.0076
41	0.99035	-0.007	0.99025	-0.0074	0.98995	-0.00761
42	0.99512	-0.00354	0.99508	-0.00373	0.99504	-0.00377

43	0.99502	-0.00361	0.99498	-0.00381	0.99495	-0.00384
44	0.99405	-0.00432	0.99398	-0.00456	0.99401	-0.00457
45	0.99393	-0.0044	0.99386	-0.00465	0.99389	-0.00465
46	0.99329	-0.00487	0.99325	-0.00512	0.99328	-0.00512
47	0.99294	-0.00512	0.9929	-0.00537	0.99295	-0.00538
48	0.99289	-0.00515	0.99286	-0.00541	0.99291	-0.00541
49	0.99247	-0.00546	0.99244	-0.00573	0.99249	-0.00573
50	0.99234	-0.00555	0.99231	-0.00582	0.99236	-0.00582
51	0.99225	-0.00562	0.99222	-0.0059	0.99227	-0.0059
52	0.99224	-0.00563	0.9922	-0.0059	0.99226	-0.0059
53	0.99221	-0.00564	0.99219	-0.00592	0.99224	-0.00592
54	0.99216	-0.00569	0.99212	-0.00597	0.99218	-0.00596
55	0.99214	-0.0057	0.9921	-0.00598	0.99217	-0.00597
56	0.99377	-0.00453	0.99367	-0.00479	0.99373	-0.00478
57	0.99364	-0.00462	0.99353	-0.00489	0.99361	-0.00488
58	0.99359	-0.00465	0.99348	-0.00493	0.99356	-0.00491
59	0.99357	-0.00467	0.99345	-0.00495	0.99354	-0.00493
60	0.99351	-0.00471	0.99339	-0.005	0.99349	-0.00497
61	0.99342	-0.00478	0.99326	-0.00509	0.9934	-0.00504
62	0.9934	-0.0048	0.99323	-0.00511	0.99338	-0.00506
63	0.99346	-0.00475	0.99334	-0.00504	0.99344	-0.00501
64	0.99337	-0.00482	0.99324	-0.0051	0.99336	-0.00507
65	0.99335	-0.00483	0.99323	-0.00511	0.99335	-0.00508
66	0.99331	-0.00486	0.99319	-0.00515	0.99331	-0.00511
67	0.99338	-0.00482	0.99324	-0.00511	0.99335	-0.00507
68	0.99497	-0.00365	0.99494	-0.00384	0.99489	-0.00389
69	0.99494	-0.00367	0.99491	-0.00386	0.99486	-0.00391
70	0.99461	-0.00391	0.99458	-0.00411	0.99453	-0.00416
71	0.99461	-0.00392	0.99457	-0.00412	0.99452	-0.00417
72	0.99458	-0.00394	0.99455	-0.00414	0.9945	-0.00419
73	0.99456	-0.00395	0.99453	-0.00415	0.99448	-0.0042
74	0.99445	-0.00403	0.99442	-0.00424	0.99437	-0.00429
75	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00427	0.99433	-0.00432
76	0.99439	-0.00408	0.99435	-0.00429	0.99431	-0.00433
77	0.99433	-0.00411	0.9943	-0.00433	0.99426	-0.00437
78	0.9943	-0.00414	0.99427	-0.00435	0.99422	-0.0044
79	0.99427	-0.00416	0.99424	-0.00437	0.99419	-0.00442
80	0.99441	-0.00406	0.99438	-0.00426	0.99433	-0.00432

**KONDISI ALIRAN DAYA SESUDAH DIPASANG TCSC PADA
SALURAN 20-21**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1206.205	756.196	1136.565	712.984	1188.307	745.752
2	1	-1205.015	-753.387	-1135.504	-710.094	-1187.174	-742.674
2	3	24.181	14.990	26.847	16.639	17.786	11.022
3	2	-24.181	-14.988	-26.846	-16.637	-17.786	-11.022
2	4	1180.834	738.398	1108.657	693.456	1169.388	731.652
4	2	-1180.048	-736.544	-1107.965	-691.560	-1168.630	-729.601
4	5	1170.280	730.488	1097.866	685.303	1157.685	722.819
5	4	-1169.419	-728.457	-1097.109	-683.229	-1156.856	-720.576
5	6	1137.671	708.773	1064.747	663.177	1123.333	699.805
6	5	-1137.497	-708.364	-1064.596	-662.761	-1123.166	-699.355
6	7	583.503	363.930	549.149	342.428	628.753	392.159
7	6	-583.315	-363.482	-548.986	-341.964	-628.530	-391.577
6	42	553.994	344.434	515.446	320.333	494.413	307.196
42	6	-553.909	-344.234	-515.371	-320.134	-494.350	-307.015
7	8	543.304	338.672	508.591	316.934	581.922	362.700
8	7	-543.110	-338.213	-508.426	-316.464	-581.696	-362.111
8	9	38.397	23.807	26.033	16.129	32.985	20.435
9	8	-38.396	-23.807	-26.033	-16.129	-32.985	-20.434
8	10	504.714	314.406	482.393	300.334	548.711	341.676
10	8	-504.700	-314.373	-482.381	-300.300	-548.695	-341.634
10	11	18.934	11.743	23.929	14.828	23.693	14.680
11	10	-18.934	-11.742	-23.928	-14.826	-23.693	-14.678
10	12	485.766	302.630	458.453	285.471	525.001	326.953
12	10	-485.617	-302.274	-458.322	-285.101	-524.823	-326.488
12	13	455.710	283.728	429.312	267.126	499.006	310.496
13	12	-455.595	-283.454	-429.213	-266.842	-498.865	-310.130
13	14	25.934	16.084	21.327	13.214	28.363	17.572
14	13	-25.934	-16.083	-21.326	-13.213	-28.362	-17.570
13	15	429.661	267.370	407.887	253.628	470.501	292.559
15	13	-429.579	-267.173	-407.814	-253.421	-470.400	-292.295
15	16	427.607	265.950	404.894	251.612	466.881	290.115
16	15	-427.527	-265.760	-404.824	-251.413	-466.784	-289.862
16	17	61.727	38.302	57.616	35.714	66.625	41.291
17	16	-61.725	-38.296	-57.614	-35.708	-66.622	-41.283
16	22	365.800	227.458	347.208	215.699	400.159	248.571
22	16	-365.693	-227.202	-347.113	-215.430	-400.027	-248.230
17	18	47.064	29.204	45.965	28.491	56.434	34.973
18	17	-47.059	-29.192	-45.961	-28.478	-56.426	-34.954
18	19	19.611	12.167	24.675	15.290	23.666	14.661
19	18	-19.611	-12.167	-24.674	-15.289	-23.665	-14.659
18	20	27.447	17.025	21.286	13.188	32.760	20.294
20	18	-27.447	-17.025	-21.286	-13.188	-32.760	-20.293

20	21	6.783	4.208	5.982	3.707	7.363	4.561
21	20	-6.783	-4.208	-5.982	-3.707	-7.363	-4.561
22	23	356.238	221.339	340.999	211.641	389.609	241.777
23	22	-356.197	-221.242	-340.962	-211.538	-389.559	-241.647
23	24	334.874	208.015	318.705	197.748	367.857	228.206
24	23	-334.843	-207.940	-318.678	-197.669	-367.818	-228.105
24	25	60.620	37.614	49.879	30.914	56.097	34.757
25	24	-60.613	-37.598	-49.875	-30.902	-56.091	-34.742
24	28	274.223	170.326	268.798	166.755	311.721	193.347
28	24	-274.182	-170.229	-268.760	-166.646	-311.667	-193.207
25	26	37.213	23.084	30.335	18.794	35.338	21.888
26	25	-37.213	-23.083	-30.334	-18.794	-35.337	-21.887
25	27	23.400	14.515	19.540	12.108	20.754	12.855
27	25	-23.399	-14.513	-19.540	-12.106	-20.753	-12.853
28	29	16.643	10.325	18.890	11.704	16.751	10.374
29	28	-16.643	-10.325	-18.890	-11.704	-16.751	-10.374
28	30	257.539	159.904	249.869	154.942	294.916	182.833
30	28	-257.536	-159.896	-249.866	-154.933	-294.911	-182.821
30	31	5.448	3.381	3.827	2.371	11.988	7.427
31	30	-5.448	-3.381	-3.827	-2.371	-11.988	-7.427
30	32	252.088	156.515	246.040	152.562	282.924	175.394
32	30	-252.064	-156.458	-246.017	-152.498	-282.892	-175.314
32	33	226.175	140.394	214.988	133.273	249.518	154.642
33	32	-226.164	-140.368	-214.979	-133.245	-249.505	-154.607
33	34	184.460	114.496	175.398	108.723	204.969	127.023
34	33	-184.456	-114.485	-175.394	-108.711	-204.963	-127.008
34	35	159.554	99.036	147.223	91.258	181.250	112.324
35	34	-159.546	-99.016	-147.216	-91.238	-181.239	-112.294
35	36	40.573	25.173	42.655	26.429	43.959	27.226
36	35	-40.572	-25.171	-42.654	-26.427	-43.958	-27.224
35	37	118.973	73.843	104.561	64.809	137.280	85.068
37	35	-118.961	-73.815	-104.553	-64.783	-137.263	-85.026
37	38	43.219	26.822	49.575	30.717	62.731	38.858
38	37	-43.218	-26.821	-49.574	-30.715	-62.729	-38.854
37	39	75.742	46.993	54.978	34.065	74.532	46.169
39	37	-75.738	-46.984	-54.976	-34.060	-74.529	-46.160
39	40	40.986	25.428	36.913	22.871	41.302	25.581
40	39	-40.985	-25.426	-36.912	-22.869	-41.301	-25.579
40	41	12.679	7.865	11.437	7.085	10.898	6.749
41	40	-12.679	-7.865	-11.437	-7.085	-10.898	-6.749
42	43	333.315	207.331	327.588	203.660	280.752	174.537
43	42	-333.296	-207.287	-327.569	-203.612	-280.740	-174.502
42	68	220.594	136.903	187.783	116.475	213.598	132.478
68	42	-220.575	-136.859	-187.770	-116.437	-213.580	-132.431
43	44	296.798	184.659	295.633	183.824	258.113	160.484
44	43	-296.637	-184.277	-295.463	-183.395	-258.004	-160.154
44	45	267.448	166.178	261.803	162.538	236.677	146.941
45	44	-267.430	-166.137	-261.786	-162.494	-236.665	-146.905

45	46	179.660	111.667	151.281	93.970	152.747	94.878
46	45	-179.591	-111.510	-151.235	-93.840	-152.701	-94.749
45	56	87.771	54.470	110.504	68.525	83.918	52.027
56	45	-87.764	-54.452	-110.491	-68.494	-83.912	-52.008
46	47	161.232	100.127	141.069	87.543	139.811	86.763
47	46	-161.199	-100.051	-141.044	-87.475	-139.788	-86.698
47	48	22.758	14.112	16.066	9.953	14.728	9.126
48	47	-22.757	-14.110	-16.065	-9.952	-14.728	-9.125
47	49	138.441	85.940	124.979	77.522	125.059	77.572
49	47	-138.404	-85.853	-124.948	-77.440	-125.031	-77.492
49	50	123.743	76.761	109.852	68.087	105.243	65.232
50	49	-123.733	-76.739	-109.845	-68.067	-105.237	-65.214
50	51	97.249	60.318	90.146	55.863	88.554	54.878
51	50	-97.243	-60.305	-90.141	-55.851	-88.550	-54.866
51	52	20.927	12.979	25.000	15.490	23.336	14.458
52	51	-20.927	-12.978	-25.000	-15.490	-23.336	-14.458
51	53	76.316	47.327	65.141	40.361	65.214	40.408
53	51	-76.314	-47.323	-65.140	-40.358	-65.213	-40.405
53	54	34.048	21.117	39.592	24.532	29.733	18.423
54	53	-34.047	-21.115	-39.590	-24.529	-29.732	-18.421
54	55	23.202	14.390	31.175	19.316	19.919	12.341
55	54	-23.202	-14.389	-31.175	-19.315	-19.919	-12.341
56	57	72.980	45.283	95.442	59.170	59.240	36.720
57	56	-72.975	-45.272	-95.433	-59.150	-59.238	-36.711
57	58	68.325	42.386	82.448	51.104	54.799	33.962
58	57	-68.323	-42.382	-82.445	-51.097	-54.798	-33.959
58	59	8.490	5.266	11.046	6.844	8.261	5.119
59	58	-8.490	-5.265	-11.046	-6.844	-8.261	-5.118
58	60	59.833	37.117	71.399	44.253	46.537	28.840
60	58	-59.831	-37.110	-71.394	-44.243	-46.536	-28.836
60	61	14.967	9.286	32.562	20.181	12.490	7.739
61	60	-14.967	-9.284	-32.559	-20.174	-12.490	-7.738
60	63	44.863	27.824	38.832	24.063	34.046	21.097
63	60	-44.862	-27.821	-38.831	-24.060	-34.045	-21.095
61	62	7.667	4.757	16.793	10.406	7.205	4.464
62	61	-7.667	-4.756	-16.793	-10.405	-7.205	-4.464
63	64	30.069	18.649	26.907	16.673	20.554	12.736
64	63	-30.068	-18.645	-26.905	-16.669	-20.553	-12.734
64	65	28.518	17.683	26.130	16.189	18.034	11.173
65	64	-28.517	-17.683	-26.130	-16.189	-18.034	-11.173
64	67	1.550	0.962	0.775	0.480	2.519	1.561
67	64	-1.550	-0.962	-0.775	-0.480	-2.519	-1.561
65	66	11.805	7.320	10.518	6.517	7.560	4.684
66	65	-11.805	-7.319	-10.518	-6.516	-7.560	-4.683
68	69	39.448	24.458	22.862	14.165	40.355	25.005
69	68	-39.448	-24.457	-22.862	-14.164	-40.354	-25.003
68	70	181.126	112.401	164.908	102.272	173.226	107.426
70	68	-181.090	-112.316	-164.878	-102.191	-173.194	-107.338

70	71	9.424	5.847	23.245	14.404	21.417	13.270
71	70	-9.424	-5.847	-23.245	-14.404	-21.417	-13.270
70	72	171.666	106.469	141.633	87.786	151.777	94.068
72	70	-171.662	-106.461	-141.631	-87.780	-151.774	-94.060
72	73	45.742	28.360	29.327	18.171	33.041	20.471
73	72	-45.741	-28.358	-29.327	-18.170	-33.041	-20.470
72	74	125.920	78.101	112.303	69.609	118.733	73.589
74	72	-125.911	-78.079	-112.296	-69.588	-118.724	-73.567
74	75	81.337	50.441	84.049	52.087	77.687	48.139
75	74	-81.335	-50.437	-84.047	-52.082	-77.685	-48.134
74	80	44.574	27.638	28.247	17.502	41.038	25.428
80	74	-44.573	-27.635	-28.247	-17.500	-41.037	-25.426
75	76	72.690	45.078	73.821	45.745	70.259	43.534
76	75	-72.689	-45.076	-73.820	-45.742	-70.258	-43.532
76	77	44.003	27.288	48.236	29.891	35.488	21.988
77	76	-44.002	-27.285	-48.235	-29.887	-35.488	-21.986
77	78	26.874	16.664	23.513	14.569	23.139	14.336
78	77	-26.873	-16.663	-23.512	-14.568	-23.138	-14.335
78	79	14.858	9.212	9.946	6.162	13.490	8.358
79	78	-14.857	-9.212	-9.946	-6.162	-13.490	-8.358

**KONDISI RUGI-RUGI DAYA SALURAN SESUDAH DIPASANG
TCSC PADA SALURAN 20-21**

Dari Bus	Ke Bus	Fasa					
		R		S		T	
		P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)	P (kW)	Q (kVAR)
1	2	1.1897	2.8089	1.0612	2.8898	1.1331	3.0779
2	3	0.0005	0.0012	0.0007	0.0017	0.0002	0.0008
2	4	0.7855	1.8536	0.6925	1.8952	0.7580	2.0507
4	5	0.8612	2.0317	0.7577	2.0739	0.8289	2.2430
5	6	0.1735	0.4090	0.1517	0.4156	0.1663	0.4499
6	7	0.1887	0.4484	0.1632	0.4642	0.2235	0.5823
6	42	0.0853	0.1995	0.0752	0.1988	0.0632	0.1809
7	8	0.1934	0.4588	0.1650	0.4700	0.2259	0.5888
8	9	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002
8	10	0.0136	0.0324	0.0122	0.0345	0.0164	0.0428
10	11	0.0004	0.0011	0.0008	0.0019	0.0007	0.0019
10	12	0.1496	0.3559	0.1304	0.3705	0.1786	0.4650
12	13	0.1148	0.2733	0.0990	0.2839	0.1414	0.3659
13	14	0.0005	0.0012	0.0003	0.0010	0.0007	0.0016
13	15	0.0825	0.1968	0.0728	0.2073	0.1016	0.2637
15	16	0.0796	0.1897	0.0698	0.1988	0.0974	0.2527
16	17	0.0027	0.0065	0.0023	0.0066	0.0032	0.0084
16	22	0.1070	0.2553	0.0945	0.2689	0.1316	0.3415
17	18	0.0047	0.0115	0.0044	0.0129	0.0073	0.0184
18	19	0.0003	0.0009	0.0007	0.0016	0.0005	0.0015
18	20	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005
20	21	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
22	23	0.0404	0.0966	0.0366	0.1034	0.0497	0.1293
23	24	0.0313	0.0748	0.0278	0.0792	0.0389	0.1009
24	25	0.0068	0.0155	0.0042	0.0124	0.0056	0.0150
24	28	0.0404	0.0974	0.0387	0.1094	0.0545	0.1406
25	26	0.0003	0.0007	0.0002	0.0006	0.0003	0.0008
25	27	0.0007	0.0015	0.0004	0.0013	0.0005	0.0014
28	29	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
28	30	0.0033	0.0080	0.0031	0.0088	0.0045	0.0116
30	31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
30	32	0.0237	0.0572	0.0226	0.0636	0.0311	0.0805
32	33	0.0110	0.0263	0.0097	0.0278	0.0138	0.0358
33	34	0.0046	0.0109	0.0040	0.0116	0.0058	0.0150
34	35	0.0086	0.0205	0.0069	0.0205	0.0116	0.0294
35	36	0.0006	0.0014	0.0007	0.0017	0.0007	0.0018
35	37	0.0120	0.0283	0.0081	0.0259	0.0167	0.0417
37	38	0.0006	0.0016	0.0009	0.0025	0.0015	0.0038
37	39	0.0037	0.0082	0.0014	0.0052	0.0036	0.0089
39	40	0.0008	0.0019	0.0006	0.0018	0.0008	0.0021
40	41	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001

42	43	0.0185	0.0437	0.0190	0.0478	0.0115	0.0354
42	68	0.0192	0.0444	0.0129	0.0378	0.0177	0.0468
43	44	0.1611	0.3822	0.1707	0.4295	0.1091	0.3301
44	45	0.0171	0.0404	0.0173	0.0441	0.0122	0.0361
45	46	0.0685	0.1566	0.0466	0.1298	0.0458	0.1290
45	56	0.0069	0.0178	0.0133	0.0309	0.0057	0.0188
46	47	0.0330	0.0760	0.0248	0.0676	0.0230	0.0650
47	48	0.0007	0.0016	0.0003	0.0009	0.0002	0.0008
47	49	0.0373	0.0867	0.0302	0.0819	0.0287	0.0803
49	50	0.0094	0.0216	0.0074	0.0197	0.0062	0.0178
50	51	0.0054	0.0127	0.0047	0.0126	0.0042	0.0120
51	52	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
51	53	0.0014	0.0032	0.0010	0.0027	0.0009	0.0027
53	54	0.0010	0.0026	0.0016	0.0038	0.0007	0.0023
54	55	0.0001	0.0004	0.0003	0.0007	0.0001	0.0003
56	57	0.0044	0.0114	0.0093	0.0207	0.0019	0.0085
57	58	0.0017	0.0042	0.0029	0.0067	0.0008	0.0031
58	59	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002
58	60	0.0026	0.0065	0.0044	0.0100	0.0011	0.0045
60	61	0.0003	0.0013	0.0032	0.0065	-0.0001	0.0010
60	63	0.0013	0.0030	0.0010	0.0026	0.0006	0.0020
61	62	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0000	0.0001
63	64	0.0017	0.0039	0.0014	0.0036	0.0006	0.0021
64	65	0.0002	0.0004	0.0002	0.0004	0.0000	0.0002
64	67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	66	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0001	0.0004
68	69	0.0007	0.0015	0.0001	0.0006	0.0007	0.0017
68	70	0.0363	0.0849	0.0296	0.0817	0.0322	0.0877
70	71	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003
70	72	0.0036	0.0082	0.0023	0.0066	0.0027	0.0073
72	73	0.0006	0.0014	0.0002	0.0007	0.0003	0.0008
72	74	0.0095	0.0221	0.0073	0.0205	0.0082	0.0222
74	75	0.0017	0.0042	0.0020	0.0051	0.0015	0.0044
74	80	0.0011	0.0024	0.0003	0.0012	0.0009	0.0023
75	76	0.0008	0.0020	0.0009	0.0024	0.0007	0.0021
76	77	0.0012	0.0030	0.0017	0.0039	0.0006	0.0022
77	78	0.0005	0.0012	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010
78	79	0.0003	0.0006	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006

FORMULIR SKRIPSI

&

SURAT - SURAT

LAMPIRAN C



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI


1. Nama : I MADE DARMANTA
2. NIM : 02.12.094
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN

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

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Dengan Nilai : 80,5 (A) *fy*


Panitia Ujian Skripsi


Ketua Majelis Penguji,
Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 8100 036



Sekretaris Majelis Penguji,
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 9500 274

Anggota Penguji

Penguji Pertama,


Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. P. 101 8700 151

Penguji Kedua,


Bambang Prio Hartona, ST, MT
NIP. Y. 102 8400 082



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I MADE DARMANTA
 Nim : 02.12.094
 Masa Bimbingan : 05 November 2007 s/d 05 Mei 2008
 Judul Skripsi : **ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM) DENGAN SOFTWARE MATLAB PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	19/10/08	Perbaiki Abstrak, sesuaikan dengan tujuan dan rumusan masalah.	[Signature]
2.	21/10/08	Perbaiki Abstrak	[Signature]
3.	22/10/08	Perbaiki Kesimpulan dan Saran	[Signature]
4.	25/10/08	Acc seminar hasil.	[Signature]
5.	03-03-08	Sempurna program . Bore III . tata tulis	[Signature]
6.	05-03-08	Sempurna tata tulis	[Signature]
7.	06-03-08	Sempurna tata tulis & Chr . sempurna program Bab. IV	[Signature]
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing,

[Signature]

Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131991182



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : I MADE DARMANTA
NIM : 02.12.094
Masa Bimbingan : 05 Nopember 2007 sampai 05 Mei 2008
Judul Skripsi : ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN
MENGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT
INJECTION METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE
MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20
KV DI G.I PANDAAN

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Penguji
1.		Ditambahkan dalam analisa bab IV mengapa TCSC dipasang pada saluran 12 – 13 ?. Mestinya TCSC dipasang disaluran manapun punya pengaruh !.	
2.		Kesimpulan 1 dan 4 apakah tidak sebaiknya dihilangkan ?.	
3.		Abstrak diganti !.	
4.		Hal 47, grafik 41-43 disatukan dan diberi penjelasan !	
5.		Nomor halaman diperhatikan !.	
6.		Untuk gambar, grafik, tabel diberi analisa pembahasan !.	

Disetujui :

Penguji Pertama,

(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)
NIP. P. 101 8700 151

Penguji Kedua,

(Bambang Prio Hartono, ST, MT)
NIP.Y. 102 8400 082

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

(Ir. I Made Wartana, MT)
NIP.Y. 131 991 182



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : I. Mahé Darmanto
NIM : 0212097.

Perbaikan meliputi

1) ditambahkan dalam analisis (hal 11
menjadi TESC dipas ang (pd hal 12-13)
misalnya TESC dipas ang disaluran manapun
punya panyand

2) Rumus 1 dan 4 apakah bisa dituliskan.

Malang,



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : MADE DARMAUTA
NIM : 0212094
Perbaikan meliputi :

- Abstrak diganti
- hal 47 Grafik 4.1-4.3 disatukan.
dan diberi penjelasan.

- no halaman diperbaiki.

- Untuk ket. Gambar, Grafik, Tabel diberi
analisa penititahan.

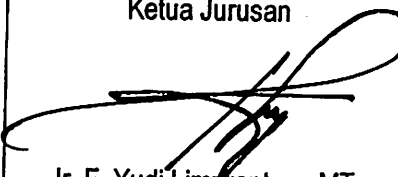
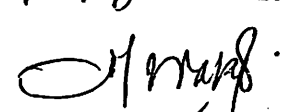
Malang, Maret 2008.

(_____)



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/~~Teknik Elektronika~~*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>IMADE DARMANTA</u>	Nim: <u>02.02.094</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: <u>20</u> Bulan: <u>Juli</u> Tahun: <u>2007</u>
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. I Made Wartana, MT</u>	Ketua Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM) DENGAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 KV DI GI PANDAN</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu
7.	Catatan: <u>- Sempurnakan apa saja yang ada permasalahannya.</u> <u>- Tujuan masih belum mencapai TCSC</u> <u>- Flowchart masih perlu & lengkapi posisi LP</u>	Disetujui, <u>23 Juli</u> 200 Dosen  <u>Ir. I Made Wartana, MT</u>
	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-Gura No.2
Malang

Lampiran : 1(satu) berkas
Pembimbing skripsi

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

Yang Bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Made Darmanta
Nim : 0212094
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama/Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir):

“ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN *THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM)* DENGAN *SOFTWARE MATLAB* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I PANDAAN”

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

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

Malang, Juli 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. 1039500274

Hormat Kami


I Made Darmanta

*) coret yang tidak Perlu

Form S-3a

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

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i:

Nama : I Made Darmanta
Nim : 0212094
Semester : 10 (sepuluh)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

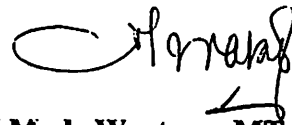
Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia *) membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut dengan judul

**“ANALISA TCSC SEBAGAI KONTROL TEGANGAN MENGGUNAKAN
THREE-PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM) DENGAN
SOFTWARE MATLAB PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI G.I
PANDAAN”**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya

Malang, 28 Juli 2007

Kami Yang Membuat Pernyataan



Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131991182

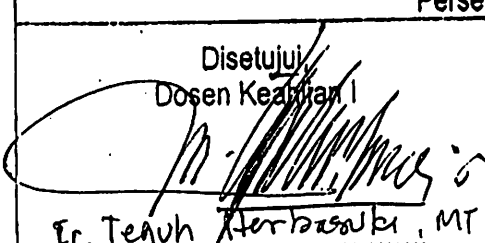
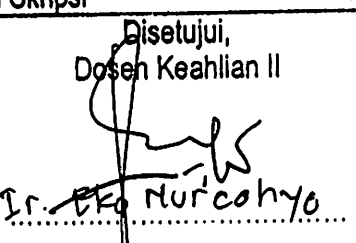
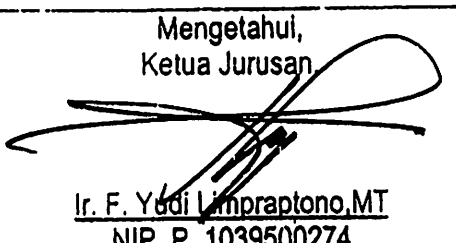
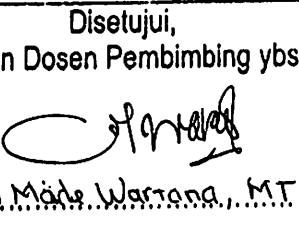
Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut
*)Coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>IMADE DARMANTA</u>	Nim: <u>02.12.094</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>05-11-2007</u>
Waktu		
Tempat		
Ruahg:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Listrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISA T.C.C.C. SEBAGAI KONTROL TEGANGAN..... MENGGUNAKAN THREE PHASE CURRENT INJECTION METHOD (TCIM) DENGAN SOFTWARE MATLAB PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 KV DI GI PANDAAN</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian
6.	Catatan:
	Catatan:
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
	 <u>Ir. Teguh Harbasuki, MT</u>	 <u>Ir. Eko Nurcahyo</u>
	Mengetahui, Ketua Jurusan	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
	 <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	 <u>Ir. I Made Waryana, MT</u>

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

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



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

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

BN (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 27 Nopember 2007

Nomor : ITN-622/I.TA/2/2007
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. I MADE WARTANA, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : I MADE DARMANTA
Nim : 0212094
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

05 Nopember 2007 s/d 05 Mei 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a

LAMPPIRAN D
LISTING
PROGRAM

```

function [vr,iterasi,Alir,zasli]=LFCurrInj3PhAsli(datGen,datBus,datBranch,Vbase,konstV,...
    Pbase,konstP,eps)
[nbus,bus,busL,vr,za,Zbase,lbase,zasli,typbus]=DecodeData(datGen,datBus,datBranch,Vbase,...
    konstV,Pbase,konstP);
[za]=HitungImpedansi(nbus,za,Zbase);
N=nbus+1;
[Y,mt]=Admittansi(N,nbus,za);
iterasi=0;
for i=1:15
    [dl]=Hitungdl(N,bus,vr,Y,typbus);
    [cek]=CekKonvergen(N,dl,typbus,eps);
    if cek==1
        break;
    end
    [a,b,c,d]=HitungABCD(N,Y,typbus,bus,vr);
    [Jaq]=Jacobian(N,Y,typbus,vr,a,b,c,d);
    [vr]=UpdateTegangan(N,vr,Jaq,dl,typbus);
    iterasi=iterasi+1;
end
[Alir]=HitungAliranDaya(N,vr,Y,mt,Pbase);

function
[nbus,bus,busL,vr,za,Zbase,lbase,zasli,typbus]=DecodeData(datGen,datBus,datBranch,...
    Vbase,konstV,Pbase,konstP)
x=datBus(:,1);
N=length(x);
nbus=N-1;
%Ubah data bus ke data bus per [phasa]
typbus=zeros(N,1);
for i=1:N
    bus(i).r=complex((datGen(i,1)-datBus(i,1))/Pbase,(datGen(i,2)-datBus(i,2))/Pbase);
    bus(i).s=complex((datGen(i,3)-datBus(i,3))/Pbase,(datGen(i,4)-datBus(i,4))/Pbase);
    bus(i).t=complex((datGen(i,5)-datBus(i,5))/Pbase,(datGen(i,6)-datBus(i,6))/Pbase);
    busL(i).r=complex(datBus(i,1)/Pbase,datBus(i,2)/Pbase);
    busL(i).s=complex(datBus(i,3)/Pbase,datBus(i,4)/Pbase);
    busL(i).t=complex(datBus(i,5)/Pbase,datBus(i,6)/Pbase);
    typbus(i)=round(datBus(i,7));
end
for i=1:N
    vr(i).r=complex(1,0);
    vr(i).s=complex(1,0);
    vr(i).t=complex(1,0);
end
%Ubah data saluran ke data saluran per [phasa]
zasli=zeros(N,N);
for k=1:nbus
    za(k).from=round(datBranch(k,1));
    za(k).to=round(datBranch(k,2));
    zasli(round(datBranch(k,1)),round(datBranch(k,2)))=1;
    za(k).len=datBranch(k,3);
    za(k).GMR=datBranch(k,4)*0.001;
    za(k).R=datBranch(k,5)*0.001;

```

```

za(k).typ=round(datBranch(k,6));
for i=1:3
    for j=1:3
        za(k).zs(i,j)=complex(0,0);
    end
end
end
%Cari Zbase dan lbase
Zbase=(Vbase*konstV)^2/(Pbase*konstP);
lbase=Vbase*konstV/Zbase;

function [Zk]=HitungCarsonKron(r,GMR,len,D,Zbase)
mile=1609;
ft=0.3048;
r=r*mile;
GMR=GMR/ft;
Zs=zeros(4,4);
for i=1:4
    for j=1:4
        if i==j
            tmpRe=r+0.0953;
            tmpIm=0.12134*(log(1/GMR)+7.934);
            Zs(i,j)=complex(tmpRe,tmpIm);
        else
            tmpRe=0.0953;
            tmpIm=0.12134*(log(1/D(i,j))+7.934);
            Zs(i,j)=complex(tmpRe,tmpIm);
        end;
    end;
end;
end;
%Persamaan Reduksi Kron
for i=1:3
    for j=1:3
        Zk(i,j)=Zs(i,j)-Zs(i,4)*Zs(4,j)/Zs(4,4);
    end
end
%kalikan nilai zs dengan panjang saluran
for i=1:3
    for j=1:3
        Zk(i,j)=Zk(i,j)*len/mile;
    end
end
%Bagi nilai zs dengan zbase untuk diubah dari ohm ke pu
for i=1:3
    for j=1:3
        Zk(i,j)=Zk(i,j)/Zbase;
    end
end

function [za]=HitungImpedansi(nbus,za,Zbase)
mile=1609;
ft=0.3048;
D=zeros(4,4);

```



```

D(1,2)=0.9;D(2,1)=D(1,2);
D(1,3)=1.65;D(3,1)=D(1,3);
D(2,3)=0.75;D(3,2)=D(2,3);
D(1,4)=sqrt(0.45^2+1^2);D(4,1)=D(1,4);
D(2,4)=D(1,4);D(4,2)=D(2,4);
D(3,4)=sqrt(1.2^2+1^2);D(4,3)=D(3,4);
for i=1:4
    for j=1:4
        D(i,j)=D(i,j)/ft;
    end
end
for i=1:nbus
    za(i).zs=HitungCarsonKron(za(i).R,za(i).GMR,za(i).len,D,Zbase);
end

function [Y,mt]=Admitansi(N,nbus,za)
%inisial matrik c (matrik temporary)
for i=1:N
    for j=1:N
        for ia=1:3
            for ja=1:3
                c(i,j).ys(ia,ja)=complex(0,0);
                Y(i,j).ys(ia,ja)=complex(0,0);
            end
        end
    end
end
mt=zeros(N,N);
for i=1:nbus
    dr=za(i).from;
    ke=za(i).to;
    mt(dr,ke)=1;
    mt(ke,dr)=1;
    tmpmat=inv(za(i).zs);
    for ia=1:3
        for ja=1:3
            c(dr,ke).ys(ia,ja)=complex(real(tmpmat(ia,ja)),imag(tmpmat(ia,ja)));
            c(ke,dr).ys(ia,ja)=complex(real(tmpmat(ia,ja)),imag(tmpmat(ia,ja)));
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if j==i
            sumR=zeros(3,3);
            sumI=zeros(3,3);
            for k=1:N
                cr=zeros(3,3);
                cm=zeros(3,3);
                for ia=1:3
                    for ja=1:3
                        cr(ia,ja)=real(c(i,k).ys(ia,ja));
                        cm(ia,ja)=imag(c(i,k).ys(ia,ja));
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end
    sumR=sumR+cr;
    sumI=sumI+cm;
end
for ia=1:3
    for ja=1:3
        Y(i,j).ys(ia,ja)=complex(sumR(ia,ja),sumI(ia,ja));
    end
end
else
    for ia=1:3
        for ja=1:3
            Y(i,j).ys(ia,ja)=complex(-real(c(i,j).ys(ia,ja)),...
                -imag(c(i,j).ys(ia,ja)));
        end
    end
end
end
end
end
end

```

```

function [dl]=Hitungdl(N,bus,vr,Y,typbus)
row=0;
for i=1:N
    if typbus(i)~=1
        row=row+1;
    end
end
dl=zeros(row*6,1);
row=0;
for i=1:N
    if typbus(i)~=1
        row=row+1;
        lcalcR=zeros(3,1);
        lcalcI=zeros(3,1);
        for j=1:N
            G=zeros(3,3);
            B=zeros(3,3);
            for ia=1:3
                for ja=1:3
                    G(ia,ja)=real(Y(i,j).ys(ia,ja));
                    B(ia,ja)=imag(Y(i,j).ys(ia,ja));
                end
            end
            Vrj=zeros(3,1);
            Vmj=zeros(3,1);
            Vrj(1)=real(vr(j).r);
            Vrj(2)=real(vr(j).s);
            Vrj(3)=real(vr(j).t);
            Vmj(1)=imag(vr(j).r);
            Vmj(2)=imag(vr(j).s);
            Vmj(3)=imag(vr(j).t);
            lcalcR=lcalcR+(G*Vrj-B*Vmj);
        end
    end
end
end
end
end
end

```

```

    lcalcl=lcalcl+(G*Vmj+B*Vrj);
end
Psp=zeros(3,1);
Qsp=zeros(3,1);
Psp(1)=real(bus(i).r);
Psp(2)=real(bus(i).s);
Psp(3)=real(bus(i).t);
Qsp(1)=imag(bus(i).r);
Qsp(2)=imag(bus(i).s);
Qsp(3)=imag(bus(i).t);
Vri=zeros(3,1);
Vmi=zeros(3,1);
Vri(1)=real(vr(i).r);
Vri(2)=real(vr(i).s);
Vri(3)=real(vr(i).t);
Vmi(1)=imag(vr(i).r);
Vmi(2)=imag(vr(i).s);
Vmi(3)=imag(vr(i).t);
if typbus(i)==3
    i1=row*6-6;
    i2=row*6-3;
    Ispr=zeros(3,1);
    Ispm=zeros(3,1);
    for ia=1:3
        Ispm(ia)=(Psp(ia)*Vmi(ia)-Qsp(ia)*Vri(ia))/(Vri(ia)^2+Vmi(ia)^2);
        Ispr(ia)=(Psp(ia)*Vri(ia)+Qsp(ia)*Vmi(ia))/(Vri(ia)^2+Vmi(ia)^2);
    end
    for ia=1:3
        dl(i1+ia)=Ispm(ia)-lcalcl(ia);
        dl(i2+ia)=Ispr(ia)-lcalclR(ia);
    end
elseif typbus(i)==2
    Vi=zeros(3,1);
    Vi(1)=abs(vr(i).r);
    Vi(2)=abs(vr(i).s);
    Vi(3)=abs(vr(i).t);
    Pcalc=zeros(3,1);
    for ia=1:3
        Pcalc(ia)=Vri(ia)*lcalclR(ia)+Vmi(ia)*lcalcl(ia);
    end
    dP=zeros(3,1);
    for ia=1:3
        dP(ia)=Psp(ia)-Pcalc(ia);
    end
    i1=row*6-6;
    i2=row*6-3;
    for ia=1:3
        dl(i1+ia)=Vmi(ia)*dP(ia)/(Vi(ia)^2);
        dl(i2+ia)=Vri(ia)*dP(ia)/(Vi(ia)^2);
    end
end
end
end
end
end

```

```

function [a,b,c,d]=HitungABCD(N,Y,typbus,busL,vr)
for i=1:N
    if typbus(i)~=1
        Psp=zeros(3,1);
        Psp(1)=real(busL(i).r);
        Psp(2)=real(busL(i).s);
        Psp(3)=real(busL(i).t);
        Qsp=zeros(3,1);
        Qsp(1)=imag(busL(i).r);
        Qsp(2)=imag(busL(i).s);
        Qsp(3)=imag(busL(i).t);
        Vrk=zeros(3,1);
        Vrk(1)=real(vr(i).r);
        Vrk(2)=real(vr(i).s);
        Vrk(3)=real(vr(i).t);
        Vmk=zeros(3,1);
        Vmk(1)=imag(vr(i).r);
        Vmk(2)=imag(vr(i).s);
        Vmk(3)=imag(vr(i).t);
        Vk=zeros(3,1);
        Vk(1)=abs(vr(i).r);
        Vk(2)=abs(vr(i).s);
        Vk(3)=abs(vr(i).t);
        for ia=1:3
            for ja=1:3
                if ja==ia
                    a(i).ys(ia,ja)=(Qsp(ia)*(Vrk(ia)^2-Vmk(ia)^2)-2*Vrk(ia)*Vmk(ia)*Psp(ia))/...
                        Vk(ia)^4;
                    b(i).ys(ia,ja)=(Psp(ia)*(Vrk(ia)^2-Vmk(ia)^2)+2*Vrk(ia)*Vmk(ia)*Qsp(ia))/...
                        Vk(ia)^4;
                    c(i).ys(ia,ja)=-b(i).ys(ia,ja);
                    d(i).ys(ia,ja)=a(i).ys(ia,ja);
                else
                    a(i).ys(ia,ja)=0;
                    b(i).ys(ia,ja)=0;
                    c(i).ys(ia,ja)=0;
                    d(i).ys(ia,ja)=0;
                end
            end
        end
    end
end
end
end

```

```

function [Jaq]=Jacobian(N,Y,typbus,vr,a,b,c,d)
n=0;
for i=1:N
    if typbus(i)~=1
        n=n+1;
    end
end
Jaq=zeros(6*n,6*n);
row=0;

```

```

for i=1:N
    if typbus(i)~=1
        row=row+1;
        i1=row*6-6;
        i2=row*6-3;
        col=0;
        for j=1:N
            if typbus(j)~=1
                col=col+1;
                j1=col*6-6;
                j2=col*6-3;
                G=zeros(3,3);
                B=zeros(3,3);
                for ia=1:3
                    for ja=1:3
                        G(ia,ja)=real(Y(i,j).ys(ia,ja));
                        B(ia,ja)=imag(Y(i,j).ys(ia,ja));
                    end
                end
                if j==i
                    for ia=1:3
                        for ja=1:3
                            Jaq(i1+ia,j1+ja)=B(ia,ja)-a(i).ys(ia,ja);
                            Jaq(i1+ia,j2+ja)=G(ia,ja)-b(i).ys(ia,ja);
                            Jaq(i2+ia,j1+ja)=G(ia,ja)-c(i).ys(ia,ja);
                            Jaq(i2+ia,j2+ja)=-B(ia,ja)-d(i).ys(ia,ja);
                        end
                    end
                else
                    for ia=1:3
                        for ja=1:3
                            Jaq(i1+ia,j1+ja)=B(ia,ja);
                            Jaq(i1+ia,j2+ja)=G(ia,ja);
                            Jaq(i2+ia,j1+ja)=G(ia,ja);
                            Jaq(i2+ia,j2+ja)=-B(ia,ja);
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
    row=0;
    for i=1:N
        if typbus(i)~=1
            row=row+1;
            i1=row*6-6;
            i2=row*6-3;
            col=0;
            if typbus(i)==2
                for j=1:N
                    if typbus(j)~=1
                        col=col+1;
                        j1=col*6-6;
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

j2=col*6-3;
G=zeros(3,3);
B=zeros(3,3);
for ia=1:3
    for ja=1:3
        G(ia,ja)=real(Y(i,i).ys(ia,ja));
        B(ia,ja)=imag(Y(i,i).ys(ia,ja));
    end
end
if j==j
    Vri=zeros(3,1);
    Vri(1)=real(vr(i).r);
    Vri(2)=real(vr(i).s);
    Vri(3)=real(vr(i).t);
    Vmi=zeros(3,1);
    Vmi(1)=imag(vr(i).r);
    Vmi(2)=imag(vr(i).s);
    Vmi(3)=imag(vr(i).t);
    Vi=zeros(3,1);
    Vi(1)=abs(vr(i).r);
    Vi(2)=abs(vr(i).s);
    Vi(3)=abs(vr(i).t);
    Ga=zeros(3,3);
    Gaa=zeros(3,3);
    Ba=zeros(3,3);
    Baa=zeros(3,3);
    for ia=1:3
        for ja=1:3
            Ba(ia,ja)=B(ia,ja)-a(i).ys(ia,ja);
            Ga(ia,ja)=G(ia,ja)-b(i).ys(ia,ja);
            Gaa(ia,ja)=G(ia,ja)-c(i).ys(ia,ja);
            Baa(ia,ja)=B(ia,ja)-d(i).ys(ia,ja);
        end
    end
end
M=zeros(3,3);
N=zeros(3,3);
O=zeros(3,3);
for ia=1:3
    for ja=1:3
        if ja==ia
            M(ia,ja)=Ga(ia,ja)-Ba(ia,ja)*Vmi(ia)/Vri(ia);
            N(ia,ja)=Gaa(ia,ja)-Baa(ia,ja)*Vmi(ia)/Vri(ia);
            O(ia,ja)=Vri(ia)/(Vi(ia)^2);
            P(ia,ja)=-Vmi(ia)/(Vi(ia)^2);
        end
    end
end
for ia=1:3
    for ja=1:3
        Jaq(i1+ia,j1+ja)=M(ia,ja);
        Jaq(i1+ia,j2+ja)=O(ia,ja);
        Jaq(i2+ia,j1+ja)=N(ia,ja);
        Jaq(i2+ia,j2+ja)=P(ia,ja);
    end
end

```

```

        end
    else
        end
    else
        U=zeros(3,3);
        W=zeros(3,3);
        Q=zeros(3,3);
        R=zeros(3,3);
        Vri=zeros(3,1);
        Vri(1)=real(vr(i).r);
        Vri(2)=real(vr(i).s);
        Vri(3)=real(vr(i).t);
        Vmi=zeros(3,1);
        Vmi(1)=imag(vr(i).r);
        Vmi(2)=imag(vr(i).s);
        Vmi(3)=imag(vr(i).t);
        for ia=1:3
            for ja=1:3
                Q(ia,ja)=G(ia,ja)-B(ia,ja)*Vmi(ia)/Vri(ia);
                R(ia,ja)=G(ia,ja)-B(ia,ja)*Vmi(ia)/Vri(ia);
            end
        end
    end
end
end
end
end
end
end

```

```

function [cek]=CekKonvergen(N,dl,typbus,eps)
ndat=length(dl);
cek=1;
for i=1:ndat
    if abs(dl(i))>eps
        cek=0;
        break;
    end
end
end

```

```

function [vr]=UpdateTegangan(N,vr,Ja,q,dl,typbus)
dV=inv(Ja*q)*dl;
row=0;
for i=1:N
    if typbus(i)~=1
        row=row+1;
        i1=row*6-6;
        i2=row*6-3;
        Vrk=zeros(3,1);
        Vmk=zeros(3,1);
        Vrk(1)=real(vr(i).r);
        Vrk(2)=real(vr(i).s);
        Vrk(3)=real(vr(i).t);
        Vmk(1)=imag(vr(i).r);
    end
end

```



```

Vmk(2)=imag(vr(i).s);
Vmk(3)=imag(vr(i).t);
if typbus(i)==3
    for ia=1:3
        Vrk(ia)=Vrk(ia)+dV(i1+ia);
        Vmk(ia)=Vmk(ia)+dV(i2+ia);
    end
    vr(i).r=complex(Vrk(1),Vmk(1));
    vr(i).s=complex(Vrk(2),Vmk(2));
    vr(i).t=complex(Vrk(3),Vmk(3));
elseif typbus(i)==2
    dQ=zeros(3,1);
    for ia=1:3
        Vmk(ia)=Vmk(ia)+dV(i1+ia);
        dQ(ia)=dQ(ia)+dV(i2+ia);
    end
    vr(i).r=complex(Vrk(1),Vmk(1));
    vr(i).s=complex(Vrk(2),Vmk(2));
    vr(i).t=complex(Vrk(3),Vmk(3));
end
end
end

function [Alir]=HitungAliranDaya(N,vr,Y,mt,Pbase)
for i=1:N
    for j=1:N
        if mt(i,j)==1
            for ia=1:3
                Vi(1)=complex(real(vr(i).r),imag(vr(i).r));
                Vi(2)=complex(real(vr(i).s),imag(vr(i).s));
                Vi(3)=complex(real(vr(i).t),imag(vr(i).t));
                cVi(1)=complex(real(vr(i).r),-imag(vr(i).r));
                cVi(2)=complex(real(vr(i).s),-imag(vr(i).s));
                cVi(3)=complex(real(vr(i).t),-imag(vr(i).t));
                Vj(1)=complex(real(vr(j).r),imag(vr(j).r));
                Vj(2)=complex(real(vr(j).s),imag(vr(j).s));
                Vj(3)=complex(real(vr(j).t),imag(vr(j).t));
                for ja=1:3
                    yij(ia,ja)=complex(-real(Y(i,j).ys(ia,ja)),...
                        -imag(Y(i,j).ys(ia,ja)));
                end
            end
            for ia=1:3
                tmp(ia)=cVi(ia)*(Vi(ia)-Vj(ia));
            end
            Pij=tmp*yij;
            Alir(i,j).r=conj(Pij(1))*Pbase;
            Alir(i,j).s=conj(Pij(2))*Pbase;
            Alir(i,j).t=conj(Pij(3))*Pbase;
        end
    end
end
end

```



```

function [nbus]=CetakLFCurrInj3Ph2(vr,iter,selang,Alir,zasli,typ)
nbus=length(vr);
nsal=nbus-1;
Vs=complex(1,0);
disp(' ');
disp([' Hasil Perhitungan Aliran Daya 3 Phasa']);
disp([' Dengan Metode Current Injection 3 Phasa']);
disp(' ');
disp(['Jumlah Bus    = ' num2str(nbus)]);
disp(['Jumlah Saluran = ' num2str(nsal)]);
disp(['Jumlah iterasi = ' num2str(iter)]);
disp(['Waktu Hitung   = ' num2str(selang) ' detik']);
disp(' ');
disp('Tegangan Bus');
disp('=====');
disp('==');
disp(' Bus      R      S      T      ');
disp('      absV sudV  absV sudV  absV sudV  ');
disp('-----');
for i=1:nbus
    Sa=[j real(vr(i).r) imag(vr(i).r) ...
        real(vr(i).s) imag(vr(i).s) ...
        real(vr(i).t) imag(vr(i).t)];
    fprintf(' %3.0f %8.5f %8.5f %8.5f %8.5f %8.5f %8.5f\n',Sa);
end
disp('-----');
disp(' ');
disp('Aliran Daya (kVA)');
disp('=====');
disp('==');
disp(' Saluran      R      S      T      ');
disp(' from to  P      Q      P      Q      P      Q      ');
disp('-----');
for i=1:nbus
    for j=1:nbus
        if zasli(i,j)==1
            rr=real(Alir(i,j).r);
            mr=imag(Alir(i,j).r);
            rs=real(Alir(i,j).s);
            ms=imag(Alir(i,j).s);
            rt=real(Alir(i,j).t);
            mt=imag(Alir(i,j).t);
            Sa=[i j abs(rr) abs(mr) abs(rs) abs(ms) abs(rt) abs(mt)];
            if (i==1) & (j==2)
                Sa=[i j abs(r) abs(mr)+2000 abs(rs) abs(ms)+2000 abs(rt) abs(mt)+2000];
            end
            if (i==2) & (j==3)
                Sa=[i j abs(r) abs(mr)+2000 abs(rs) abs(ms)+2000 abs(rt) abs(mt)+2000];
            end
            if (i==3) & (j==4)
                Sa=[i j abs(r) abs(mr)+2000 abs(rs) abs(ms)+2000 abs(rt) abs(mt)+2000];
            end
            if (i==4) & (j==5)
                Sa=[i j abs(r) abs(mr)+2000 abs(rs) abs(ms)+2000 abs(rt) abs(mt)+2000];
            end
        end
    end
end

```

```

end
if (i==5) & (j==6)
    Sa=[i j abs(rr) abs(mr)+2000 abs(rs) abs(ms)+2000 abs(rt) abs(mt)+2000];
end
if (i==6) & (j==7)
    Sa=[i j abs(rr) abs(mr)+2000 abs(rs) abs(ms)+2000 abs(rt) abs(mt)+2000];
end
fprintf(' %3.0f %3.0f %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f\n',Sa');
end
end
disp('-----');
disp(' ');
disp('Rugi Saluran (kVA)');
disp('=====');
disp(' Saluran R S T ');
disp(' from to P Q P Q P Q ');
disp('-----');
sumr=complex(0,0);
sums=complex(0,0);
sumt=complex(0,0);
for i=1:nbus
    for j=1:nbus
        if zasli(i,j)==1
            rr1=real(Alir(i,j).r);
            mr1=imag(Alir(i,j).r);
            rs1=real(Alir(i,j).s);
            ms1=imag(Alir(i,j).s);
            rt1=real(Alir(i,j).t);
            mt1=imag(Alir(i,j).t);
            rr2=real(Alir(j,i).r);
            mr2=imag(Alir(j,i).r);
            rs2=real(Alir(j,i).s);
            ms2=imag(Alir(j,i).s);
            rt2=real(Alir(j,i).t);
            mt2=imag(Alir(j,i).t);
            sumr=sumr+(complex(rr1+rr2,mr1+mr2));
            sums=sums+(complex(rs1+rs2,ms1+ms2));
            sumt=sumt+(complex(rt1+rt2,mt1+mt2));
            if rr1>0
                Sa=[i j rr1+rr2 mr1+mr2 rs1+rs2 ms1+ms2 rt1+rt2 mt1+mt2];
            else
                Sa=[j i rr1+rr2 mr1+mr2 rs1+rs2 ms1+ms2 rt1+rt2 mt1+mt2];
            end
            fprintf(' %3.0f %3.0f %8.4f %8.4f %8.4f %8.4f %8.4f %8.4f\n',Sa');
        end
    end
end
disp('-----');
disp(' ');
if typ==1
    sumr=sumr+0.05*sumr;
    sums=sums+0.05*sums;
end

```

```
sumt=sumt+0.05*sumt;  
end  
disp(['Jumlah Loss Phasa R = ' num2str(sumr) ' kVA']);  
disp(['Jumlah Loss Phasa S = ' num2str(sums) ' kVA']);  
disp(['Jumlah Loss Phasa T = ' num2str(sumt) ' kVA']);
```