

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN TRANSIENT SUDUT ROTOR PADA SISTEM
KELISTRIKAN SULSELBAR**



OLEH

MUH ALWI SUDAWAN

10582147514

ANWAR

10582147914

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2018

**ANALISIS KESTABILAN TRANSIENT SUDUT ROTOR PADA SISTEM
KELISTRIKAN SULSELRABAR**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

MUH ALWI SUDAWAN

10582147514

ANWAR

10582147914

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2018



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e-mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS KESTABILAN TRANSIENT SUDUT ROTOR PADA SISTEM KELISTRIKAN SULSELRABAR.**

Nama : 1. Anwar
2. Muh Alwi Sudawan

Stambuk : 1. 10582 1479 14
2. 10582 1475 14

Makassar, 04 Oktober 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Pembimbing II

Adriani, S.T., M.T

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM. 1044 202

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama Anwar dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1479 14 dan Muh Alwi Sudawan dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1475 14 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 29 September 2018.

Panitia Ujian : Makassar, 24 Muharram 1440 H
04 Oktober 2018 M

- 1. Pengawas Umum
 - a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.
 - b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T
- 2. Penguji
 - a. Ketua : Dr. Umar Katu, S.T.,M.T
 - b. Sekretaris : Rahmania, S.T.,M.T
- 3. Anggota : 1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng
2. Antarissubhi, S.T.,M.T
3. Anugrah, S.T.,M.M

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Pembimbing II

Adriani, S.T.,M.T

Dekan

Dr. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.
NBM : 855 500

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam penulisan tugas akhir ini, kami banyak mendapat bimbingan dan dorongan serta bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T, selaku pembimbing pertama atas segala saran, bimbingan dan nasehatnya selama penelitian berlangsung dan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Adriani, S.T.,M.T, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan pembimbing kedua atas segala saran, kritik, bimbingan dan nasehatnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Orang tua dan saudara – saudara penulis tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan bimbingannya kepada penulis.

4. Bapak dan Ibu Dosen lainnya yang tidak sedikit telah memberikan ilmunya selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Segenap karyawan PLN UPB Sulselrabar yang telah bersedia memberikan data yang penulis butuhkan.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan harapan, namun keterbatasan kemampuan kami sehingga tugas akhir ini tampil dengan segala kekurangan. Oleh karena itu, kami senantiasa membuka diri terhadap saran dan kritik yang bertujuan untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Dan akhirnya semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan. Amiin.

Billahi Fi Sabilil Haq Fastabiqul Khairat

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, Oktober 2018

Penulis

ANALISIS KESTABILAN TRANSIENT SUDUT ROTOR PADA SISTEM KELISTRIKAN SULSELBAR

Anwar¹, Muh Alwi Sudawan²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

E-mail: [1anwarjjprox3@gmail.com](mailto:anwarjjprox3@gmail.com). [2muhalwisudawan@gmail.com](mailto:muhalwisudawan@gmail.com)

ABSTRAK

Abstrak; Anwar, Muh. Alwi Sudawan; (2018); dalam studi tugas akhir ini penulis mengamati sistem dalam kondisi transien dan membuat perkiraan batas kestabilan. Hal ini diperlukan untuk mendesain sistem sedemikian hingga mampu menahan gangguan besar. Studi tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan simulasi gangguan hubung singkat 3 fasa pada saluran transmisi bus Tello 150 kV. Studi ini menghasilkan perkiraan batas kestabilan berupa waktu pemutusan gangguan dalam saluran yang nilainya didapat dari batas waktu kehilangan sinkronisasi (*loss of synchronism*) untuk gangguan hubung singkat 3 fasa. Batas waktu tersebut menjadi acuan dalam setting peralatan proteksi di saluran transmisi untuk menghindari dampak negatif yang lebih besar akibat adanya gangguan. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software Matlab, hasil simulasi memperlihatkan bahwa lama gangguan dan letak gangguan hubung singkat 3 fasa, mempengaruhi kestabilan transien. Pada simulasi menunjukkan waktu pemutusan kritis diperoleh di saluran Tello 150 kV – Tello Lama kV sebesar 0.125 detik, dan di saluran Tello 150 kV – Sungguminasa 150 kV sebesar 0.126 detik

Kata kunci : Kestabilan Transien, Hubung Singkat , Waktu Pemutusan Kritis

ROTOR ANGLE TRANSIENT STABILITY ANALYSIS IN SULSELRABAR ELECTRICAL SYSTEM

Anwar¹, Muh Alwi Sudawan²

^{1,2}Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Muhammadiyah
University of Makassar

E-mail: 1anwarjprox3@gmail.com. 2muhalwisudawan@gmail.com

ABSTRAK

Abstract; Anwar, Muh. Alwi Sudawan; (2018); this thesis study the author uses the system in transient conditions and makes the stability threshold. This is needed to design the system. This final project study was carried out using a 3 phase short circuit mapping on the Tello 150 kV bus transmission line. This study results in a time limit for determining the time in the channel obtained from the time limit for setting loss (loss of synchronism) for the interference of the 3 phase sinngkat connection. The time limit is a reference in setting the equipment needed to solve the problem. Simulations carried out using Matlab software, longer results and interference from 3 phase short circuit, affect transient stability. At the same time the programming that took place at Tello 150 kV - Tello Lama kV was 0.125 seconds, and the Tello 150 kV - Sungguminasa 150 kV was 0.126 seconds.

Keywords: Transient Stability, Short Circuit, Critical Termination Time

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
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. Manfaat penelitian	3
1.6. Sistematika penulisan	4
BAB II: KESTABILAN TRANSIEN SISTEM TENAGA	
2.1. Sistematika tenaga listrik	5
2.2. Stabilitas sistem tenaga	6

2.3. Stabilitas transient	7
2.4. Dinamika rotor dan persamaan ayunan	11
2.5. Konsep waktu pemutusan kritis	14
2.6. Pengaruh parameter kestabilan	15
2.7. Teori hubung singkat	16
2.8. Gangguan hubung singkat simetris	17
2.9. Komponen – komponen sistem proteksi	18
2.10. Kestabilan transient multi mesin	20
2.11. Metode newton raphson	22
2.12. Software matlab	26
2.13. Pemodelan mesin sinkron	28

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat	30
3.2. Alat dan bahan	30
3.3. Metode penelitian	30
3.4. Skema penelitian	31
3.5. Langkah Penelitian	32

BAB IV: HASIL dan PEMBAHASAN

4.1. Komputasi Kestabilan Transien pada sistem tenaga listrik Sulselrabar	37
4.2. Mencari nilai sudut pemutusan kritis	42
4.3. Grafik hasil kestabilan transien sekitar bus Tello 150 KV	45
4.4. Analisis grafik dan pembahasan	46

BAB V: PENUTUP

5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	
a. Data Aliran daya	52
b. Data Impedansi	53
c. Program aliran daya	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Skema sistem tenaga listrik	5
2.2	Klasifikasi kestabilan sistem tenaga	7
2.3	Contoh analisis ayunan pertama	8
2.4	Representasi suatu rotor mesin yang membandingkan arah perputaran serta momen putar mekanis dan elektris	13
2.5	Tampilan Matlab	26
2.6	Sebuah mesin terhubung ke bus tak terhingga	28
2.7	Rangkaian ekivalen sebuah mesin terhubung ke bus tak terhingga	29
3.1	Tahapan penelitian	31
3.2	Bagan alir proses penelitian	33
3.3	Fowchart program matlab	36
4.1	Respon sudut rotor pada saat terjadi gangguan pada bus 11 (lama gangguan = 0.125 detik), saluran 10 – 11	45
4.2	Respon sudut rotor pada saat terjadi gangguan pada bus 13 (lama gangguan = 0.126 detik), saluran 10 – 13	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
4.1	Penomoran bus sistem interkoneksi Sulselrabar	37
4.2	Data saluran transmisi	38
4.3	Data sistem tenaga listrik Sulselrabar	40
4.4	Hasil perhitungan aliran daya	43
4.5	Letak gangguan dan hasil analisis	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1	Data aliran daya	52
2	Data impedansi	53
3	Program aliran daya	54

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Definisi dan Keterangan
kV	Kilo volt
IEEE	<i>Institute of electrical and electronics engineers</i>
J	Total momen inersia mesin sinkron
θ_m	Sudut mekanis rotor
T _m	Torka mekanik turbin
T _e	Torka elektrik rotor
T	Waktu
T _a	Percepatan torka netto
P _m	Daya mekanik
CB	<i>Circuit Breaker</i>
ACB	<i>Air Circuit Breaker</i>
VCB	<i>Vacum Circuit Breaker</i>
OCB	<i>Oil Circuit Breaker</i>
CT	<i>Curren Tranformer</i>

DC	<i>Direct Current</i>
CTR	<i>Current Transformer Ratio</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
m	Jumlah generator
V_i	Tegangan terminal generator
P_i dan Q_i	Generator aktif dan reaktif
SMIB	<i>Single Machine Infinite Bus</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Salah satu faktor yang mempengaruhi kesejahteraan masyarakat adalah pertumbuhan kebutuhan listrik yang terus meningkat tiap tahunnya. Terkait hal tersebut, diperlukan suatu sistem kelistrikan yang memadai baik dari segi teknis maupun ekonomis.

Sistem tenaga listrik yang baik adalah sistem tenaga yang dapat diandalkan dan dapat melayani beban secara kontinu. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik pada setiap saat akan selalu terjadi perubahan kapasitas dalam sistem. Akibat perubahan tersebut mengharuskan setiap pembangkit untuk menyesuaikan daya keluarannya mengikuti perubahan beban pada sistem. Jika hal ini tidak dilakukan maka akan menyebabkan keseimbangan daya dalam sistem terganggu dan efisiensi pengoperasian sistem akan menurun.

Perubahan keadaan kerja dari sistem yang besar dan terjadi seketika disebut gangguan, hal ini dapat terjadi antara lain akibat adanya hubung singkat pada sistem tenaga listrik, penambahan beban secara mendadak dalam jumlah yang besar, pemutusan beban atau unit pembangkit dan lain-lain.

Untuk memberikan penyaluran tenaga listrik yang stabil, suatu sistem tenaga harus tetap mampu menahan berbagai macam gangguan. Untuk itu, sistem tenaga listrik harus didesain dan dioperasikan sedemikian hingga sistem mampu terus beroperasi secara kontinu tanpa kehilangan beban serta tidak mengakibatkan

pemadaman yang tidak terkontrol, meluas dan bertingkat apabila terjadi gangguan yang berat.

Akibat terjadinya gangguan maka keadaan sistem tenaga listrik akan berubah, dari keadaan yang lama ke keadaan yang baru periode singkat diantara keadaan yang lama dan keadaan yang baru disebut periode peralihan atau transien.

Selain tersedianya pembangkitan yang cukup, hal lain yang juga harus ditentukan adalah apakah kondisi transien jika terjadi gangguan akan mengganggu operasi normal sistem atau tidak.

Berdasarkan kebutuhan akan sistem tenaga listrik yang optimal maka kami mengangkat judul **“Analisis Kestabilan Transien Sistem Tenaga Listrik Sulselrabar”**

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat dikemukakan dalam analisis ini adalah:

1. Bagaimana menganalisa kestabilan transien sistem kelistrikan Sulawesi Selatan.
2. Berapa besarnya waktu pemutus kritis (*Critical Clearing Time*) pada setiap bus atau pada jaringan yang mengalami gangguan.

1.3. Tujuan penelitian

1. Menganalisis kestabilan transien sistem kelistrikan Sulawesi Selatan.
2. Menentukan lama waktu pemutusan kritis gangguan setiap bus atau pada jaringan yang mengalami gangguan besar.

1.4. Batasan masalah

Dalam penulisan ini dilakukan batasan masalah hanya pada kestabilan transient dan menentukan waktu pemutusan kritis (*Critical Clearing Time*) pada setiap bus yang mengalami gangguan dengan bahasa pemrograman matlab versi 2011.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Sebagai bahan kajian studi kestabilan transient jika terjadi gangguan pada sistem yang mempengaruhi kestabilan sistem tenaga listrik.
2. Menjadi masukan ilmiah bagi pihak terkait untuk bisa diterapkan perencanaan sistem proteksi dan peningkatan keandalan sistem kelistrikan Sulawesi Selatan.

1.6. Sistematika penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Merupakan bab yang membahas tentang latar belakang, rumusan dan tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Merupakan bab yang membahas kestabilan sistem tenaga listrik. khususnya kestabilan transien dan batasan kestabilan.

BAB III Metode Penulisan

Bab ini terdiri atas empat sub bab, yaitu waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, metode penelitian, skema penelitian, langkah penelitian, dan flowchart program.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Merupakan bab yang membahas penentuan waktu kritis berdasarkan sudut pemutusan kritis yang telah diketahui dari hasil program *matlab*, bila terjadi gangguan hubung singkat 3 fasa pada *line* transmisi dengan memperhitungkan kinerja sistem proteksi untuk pemutusan gangguan tersebut.

BAB V Penutup

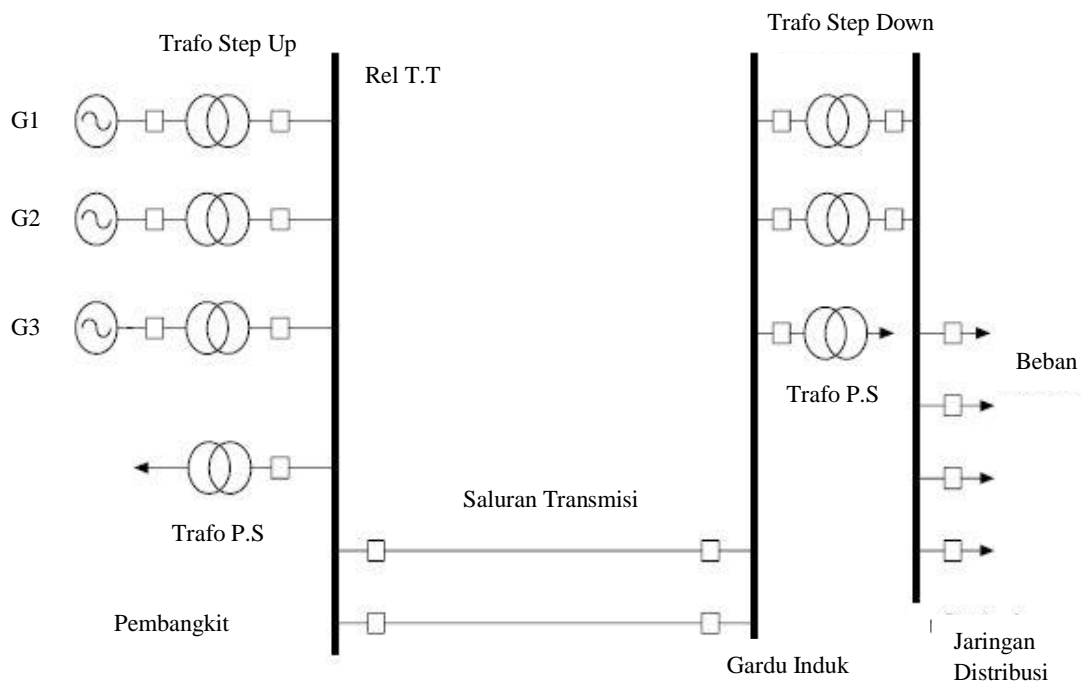
Merupakan bab yang berisikan tentang kesimpulan dan saran – saran yang berguna bagi perencanaan sistem tenaga listrik dimasa yang akan datang.

BAB II

KESTABILAN TRANSIEN SISTEM TENAGA

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat/pembangkit listrik dan gardu induk yang dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan suatu sistem tenaga listrik interkoneksi sehingga tenaga listrik dapat mengalir sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.1 Skema sistem tenaga listrik (James A. Pongtiku,dkk,2014:1)

Di dalam suatu keadaan sistem tenaga listrik interkoneksi tidak luput dari adanya kesalahan ataupun gangguan sistem yang mengakibatkan terganggunya aliran daya di sistem. Gangguan tersebut dapat terjadi pada saluran transmisi, dimana dapat menimbulkan kerusakan besar pada suatu sistem khususnya dalam masalah transient (peralihan).

Maka dalam hal ini perlu dilakukan studi kestabilan transient untuk dapat menganalisa suatu sistem untuk meminimalisir kerusakan, sehingga pencegahan kerusakan peralatan pada saluran-saluran transmisi.

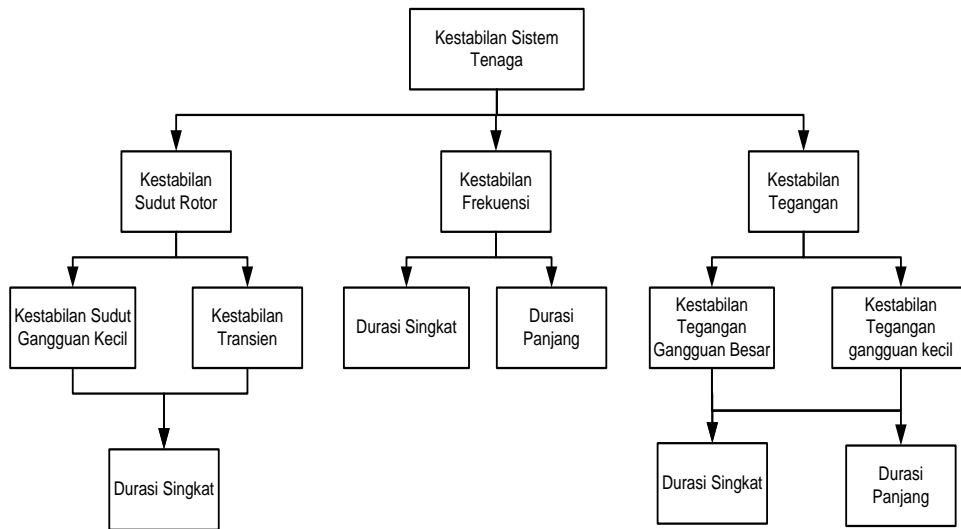
2.2. Stabilitas Sistem Tenaga Listrik

Kestabilan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai sifat yang memungkinkan mesin bergerak sinkron dalam sistem untuk memberikan reaksinya terhadap gangguan serta kembali ke keadaan normal (Stevenson, 1983:408)

Kelebihan daya mekanis terhadap daya listrik mengakibatkan terjadinya percepatan pada putaran rotor generator atau pun sebaliknya, jika gangguan tersebut tidak dihilangkan dengan cepat maka percepatan (*acceleration*) dan perlambatan (*deceleration*) putaran rotor generator akan mengakibatkan hilangnya sinkronisasi dalam sistem.

Secara umum permasalahan stabilitas sistem tenaga listrik terkait dengan kestabilan sudut rotor (*rotor angle stability*), kestabilan frekuensi (*frequency stability*) dan kestabilan tegangan (*voltage stability*) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.2.

Gangguan dalam sistem dibagi menjadi dua, yaitu gangguan kecil dan gangguan besar. Gangguan kecil berupa perubahan beban yang terjadi secara kontinyu dan sistem menyesuaikan dengan perubahan kondisi. Selain itu gangguan besar berupa hubung singkat pada saluran transmisi. (James A. Pongtiku, dkk, 2014:2)



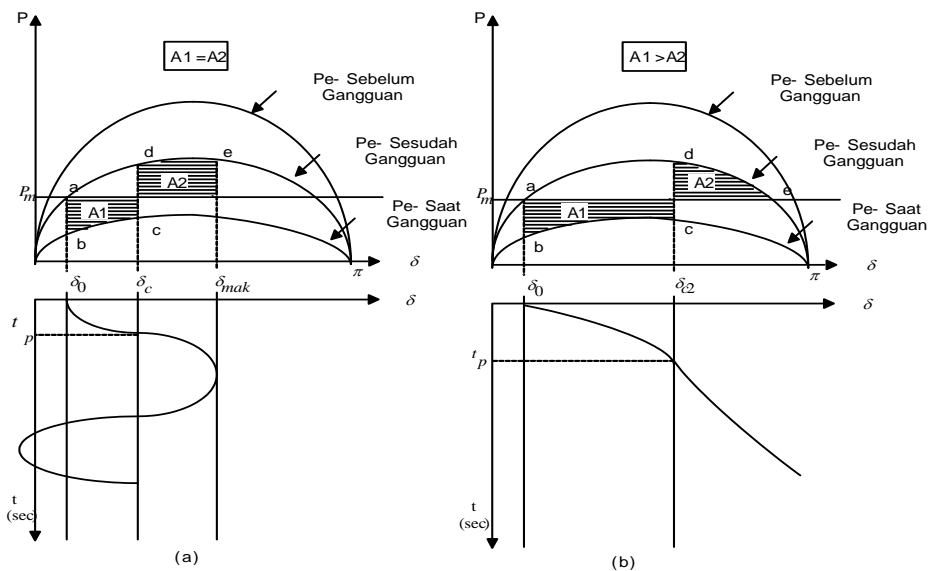
Gambar 2.2 Klasifikasi Stabilitas Sistem tenaga (Grigsby L.L, 2001:105)

2.3. Stabilitas Transient

Stabilitas transien adalah kemampuan sistem daya untuk kembali dalam kondisi sinkron setelah terjadi gangguan yang besar (Saadat Hadi, 1999:486). Jadi, studi stabilitas transien dihubungkan dengan efek disturbansi-disturbansi yang besar. Selain itu melihat kondisi kestabilan sistem, studi kestabilan transien juga bertujuan untuk menentukan berapa besar waktu pemutusan kritis atau batas maksimum gangguan dihilangkan.

Studi kestabilan transien dapat lebih lanjut dibagi ke kedalam dua bagian yang meliputi kestabilan ayunan pertama (*first swing*) dan ayunan majemuk (*multiswing*). (Aprilia V,dkk, 2018:2). Kestabilan ayunan pertama generator dimodelkan dengan sederhana yaitu tanpa memasukkan sistem-sistem pengaturannya. Periode waktu yang diselidiki yaitu pada detik pertama setelah timbulnya gangguan pada sistem seperti yang terlihat pada Gambar 2.3. Yang Jika

generator-generator pada sistem tetap berada dalam keadaan serempak sebelum berakhirnya detik pertama maka sistem dikatakan dalam keadaan stabil. Namun umumnya lama studi kestabilan digunakan 2 sampai dengan 3 detik agar bentuk kurva ayunan sudut rotor jelas terlihat (Kundur Praba, 1994 :827). Untuk kestabilan ayunan majemuk meliputi periode yang lebih lama karena itu, pengaruh dari sistem-sistem pengaturan generator sudah dipertimbangkan, seperti pada gambar 2.3



Gambar 2.3 (a) contoh analisis ayunan pertama untuk sistem stabil, (b) contoh analisis ayunan pertama untuk sistem tidak stabil. (Kundur Praba, 1994 : 834)

Kestabilan transien merupakan kestabilan sistem dalam menahan gangguan besar, seperti gangguan hubung singkat di saluran transmisi maupun di unit pembangkit, terlepasnya suatu unit pembangkit atau beban, dan lain-lain. Kestabilan transien terkait dengan pengoperasian generator di dalam sistem.

Ketika sistem mengalami gangguan, terjadi ketidak-seimbangan antara torka mekanik turbin dan torka elektrik, akibatnya rotor mengalami percepatan atau perlambatan sehingga posisi rotor berubah. Generator akan terlepas dari sistem ketika kopel antara torka mekanik dan torka elektrik mengalami kegagalan, sehingga rotor tidak berputar secara sinkron terhadap sistem (*loss of synchronism*). Batas kestabilan bisa berdasarkan dua hal, yaitu:

1. Batas daya maksimum yang masih bisa disalurkan tanpa kehilangan kesinkronan sistem setelah terjadi gangguan. Batas ini berkaitan dengan batas maksimum tenaga yang bisa dialirkan dengan jaminan kestabilan akan tetap terjaga ketika suatu gangguan terjadi.
2. Waktu pemutusan kritis (*Critical Clearing Time*), yaitu batas waktu yang masih diijinkan agar sistem masih tetap sinkron setelah gangguan terjadi. Waktu pemutusan kritis ini menjadi topik bahasan dalam Tugas Akhir ini.

Kestabilan sistem tenaga menurut IEEE/CIGRE *Joint Task Force* dapat diklasifikasikan seperti pada gambar 2.2

1. Kestabilan sudut Rotor (*Rotor Angle Stability*)

Kestabilan sudut rotor melibatkan studi elektromekanik di sistem tenaga. Kestabilan ini merupakan kestabilan mesin-mesin sinkron yang terpasang di dalam sistem untuk tetap mempertahankan kesinkronannya setelah mengalami gangguan, tergantung dari kemampuan sistem dalam menjaga atau mengembalikan keseimbangan antara torka mekanik dan torka elektrik. Dalam kondisi tunak, sistem berada dalam keseimbangan dimana kecepatan mesin sinkron tetap. Ketika sistem mengalami gangguan maka

keseimbangan ini terganggu dan rotor akan mengalami percepatan atau perlambatan.

2. Kestabilan Tegangan (*Voltage Stability*)

Kestabilan tegangan merupakan kestabilan untuk menjaga tegangan yang tetap pada semua bus setelah mengalami gangguan. Hal ini tergantung dari kemampuan untuk menjaga atau memulihkan keseimbangan suplai daya dan besarnya beban.

3. Kestabilan Frekuensi (*Frequency Stability*)

Kestabilan frekuensi adalah kestabilan untuk menjaga frekuensi operasi sistem untuk tetap berada pada harga nominalnya setelah mengalami gangguan. Ketidakstabilan ini ditandai dengan ayunan (*swing*) frekuensi yang jika terjadi terus-menerus akan berujung pada lepasnya (*trip*) generator atau beban.

Gangguan pada sistem tenaga listrik dapat digolongkan menjadi :

- a. Gangguan tunggal dari saluran ke tanah
- b. Gangguan antar saluran
- c. Gangguan ganda dari saluran ke tanah
- d. Gangguan 3 fasa.

Gangguan tunggal yang terjadi pada saluran ke tanah adalah yang paling sering terjadi, sedangkan gangguan pada 3 fasa adalah yang paling jarang. Untuk keandalan yang sempurna, maka suatu sistem dirancang untuk kestabilan peralihan terhadap gangguan tiga fasa pada lokasi yang menimbulkan pengaruh

terburuk, dan ini sudah merupakan praktek yang dijalankan secara universal (Stevenson, 1983:437).

2.4. Dinamika Rotor dan Persamaan ayunan (*Swing Equation*)

Untuk melakukan analisis kestabilan suatu sistem tenaga listrik, maka hal pertama yang harus dilakukan adalah membangun model matematika yang dapat menggambarkan dinamika sistem tenaga listrik saat ada gangguan besar. Model matematika yang dipakai untuk pembangkit listrik adalah persamaan ayunan (*swing equation*) . (Rosalina,2010:3)

Persamaan yang mengatur gerakan rotor suatu mesin serempak didasarkan pada prinsip dasar dalam dinamika yang menyatakan bahwa momen putar percepatan (*accelarating torque*) adalah hasil kali dari momen kelembaman (*momen of inertia*) rotor dan percepatan sudutnya. (Aprilia V, Dikpride,dkk,2018:3)

Persamaan ayunan menggambarkan bagaimana interaksi dua torka, yaitu torka mekanik dan torka elektrik pada rotor. Rotor akan mengalami ayunan ketika terjadi ketidak-seimbangan antara kedua torka ini. Ayunan ini ditandai dengan percepatan dan perlambatan kecepatan rotor. Untuk generator sinkron persamaan ayunan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$J \frac{d^2 \theta_m}{dt^2} = T_m - T_e = T_a (Nm) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan

J = total momen inersia mesin sinkron (kgm)

θ_m = sudut mekanis rotor (rad)

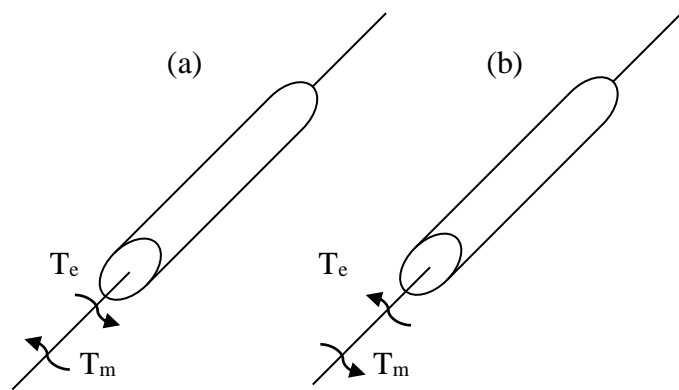
T_m = torka mekanik turbin (Nm)

T_e = torka elektrik rotor (Nm)

T = waktu (detik)

T_a = percepatan torka netto (Nm)

Momen putar mekanis T_m dan momen putar elektris T_e dianggap positif untuk generator serempak. Ini berarti bahwa T_m adalah resultan momen putar poros yang mempunyai kecenderungan untuk mempercepat rotor dalam arah putaran θ_m yang positif seperti ditunjukkan Gambar 2.3a. Untuk generator yang bekerja dalam keadaan tetap, T_m dan T_e adalah sama sedangkan momen putar T_a sama dengan nol. Dalam keadaan ini tidak ada percepatan atau perlambatan terhadap massa rotor dan kecepatan tetap resultan adalah kecepatan serempak. Massa yang berputar meliputi rotor dari generator dan penggerak mula dikatakan dalam keadaan serempak dengan mesin lainnya yang bekerja pada kecepatan serempak dalam sistem daya tersebut. Penggerak mulanya mungkin berupa suatu turbin air atau turbin uap dan untuk masing-masing turbin sudah ada model dengan bermacam-macam tingkat kesulitan untuk melukiskan pengaruh pada T_m . (Kumara,2016:2)



Gambar 2.4 Representasi suatu rotor mesin yang membandingkan arah perputaran serta momen putar mekanis dan elektrik untuk (a) generator dan (b) motor (Cekdin, Cekmas,2007:89)

T_m dianggap konstan pada setiap keadaan kerja yang diberikan. Anggapan ini cukup baik untuk beberapa generator meskipun masukan dari penggerak mulanya diatur oleh regulator (governor). Regulator tidak bekerja sebelum dirasakan perubahan pada kecepatan. Momen putar elektrik T_e bersesuaian dengan daya bersih celah udara mesin. Dengan demikian adalah daya keluaran total dari generator ditambah dengan rugi-rugi $|I^2| R$ dalam gulungan jangkar. Dalam motor serempak arah aliran daya berlawanan dengan generator. Oleh karena itu untuk motor, T_e dan T_m pada persamaan (2.1) akan terbalik tandanya seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.4b. Di sini T_e adalah daya celah udara yang diberikan oleh sistem tenaga listrik untuk menggerakkan rotor, sedangkan T_m merupakan momen putar tandingan (*counter torque*) beban dan rugi putaran yang cenderung untuk memperlambat rotor. (Cekdin, Cekmas,2007:90)

Karena θ_m diukur terhadap sumbu pedoman yang diam pada stator maka θ_m adalah ukuran absolut sudut rotor. Karena itu pula θ_m akan terus bertambah

dengan waktu bahkan pada kecepatan serempak yang konstan. Karena itu menaruh perhatian pada kecepatan rotor relatif terhadap kecepatan serempak adalah lebih mudah untuk mengukur posisi sudut rotor terhadap sumbu pedoman yang berputar dengan kecepatan serempak.

Pada operasi tunak generator, percepatan torka a_T adalah nol. Pada kondisi ini tidak ada akselerasi maupun deakselerasi pada rotor, sehingga dapat dikatakan generator beroperasi pada kecepatan sinkron.

2.5. Konsep waktu pemutusan kritis

Konsep ini menjelaskan waktu pemutusan kritis agar generator masih bisa mempertahankan sinkronisasinya terhadap sistem. Konsep waktu pemutusan kritis bisa dijelaskan dengan kriteria luas sama (*Equal Area Criterion*). Kriteria luas sama menggunakan konsep energi untuk mencari waktu pemutusan kritis.

Untuk keandalan yang sempurna, suatu sistem harus dirancang untuk kestabilan peralihan terhadap gangguan tiga fasa pada lokasi yang menimbulkan pengaruh terburuk, dan ini sudah merupakan praktek yang dijalankan secara universal.

Untuk menentukan sudut dan waktu pemutus kritis, diperlukan penyelesaian persamaan ayunan non linear. Dalam hal ini, dimana daya listrik selama gangguan adalah nol, penyelesaian analitik untuk *Critical Clearing Time* dapat ditentukan.

2.6. Pengaruh parameter kestabilan

a. Pengaruh konduktansi saluran

Pemindahan daya maksimum pada suatu sistem dipengaruhi oleh berbagai nilai dari konduktansi saluran. Penambahan jumlah saluran paralel diantara dua titik adalah cara yang dilakukan untuk menambah nilai konduktansi saluran. Bila sebagai ganti saluran tunggal digunakan saluran transmisi paralel, sebagian daya dipindahkan melalui saluran yang masih tertinggal. Untuk jenis gangguan pada satu saluran, daya yang dipindahkan selama berlangsungnya gangguan adalah lebih besar bila ada saluran yang diparalel, dibandingkan dengan daya yang dipindahkan melalui saluran tunggal yang mengalami gangguan. Bila daya yang dipindahkan dikurangkan daya masukan hasilnya adalah daya percepatan, maka bertambahnya daya yang dipindahkan berarti makin rendahnya daya percepatan bagi mesin dan bertambahnya kemungkinan untuk kestabilan.

b. Pengaruh konstanta kelembaman mesin

Pada kenyataannya setiap gangguan akan mempengaruhi semua sudut rotor di dalam sistem. Ketika ada gangguan, akan terjadi osilasi antar mesin. Hal ini terjadi karena ketika ada gangguan di dekat generator tertentu, maka rotor generator tersebut akan berosilasi dan akan mempengaruhi gerakan rotor generator lainnya. Untuk mempermudah pemodelan dan perhitungan sistem, beberapa asumsi diambil dalam analisis kestabilan transien:

1. Daya mekanik (P_m) adalah konstan selama keseluruhan periode perhitungan kurva ayunan.

2. Setiap mesin direpresentasikan oleh reaktansi transien yang konstan dan disertai dengan tegangan internal transien yang juga konstan
3. Tiap beban dianggap sebagai impedansi tetap ke tanah, dengan nilainya ditentukan oleh kondisi transiennya.
4. Daya peredaman dapat diabaikan
5. Sudut mekanis dari setiap mesin adalah bersamaan dengan δ , yaitu sudut fasa listrik dari tegangan dalam peralihan.

Dalam multimesin, kondisi sistem sebelum gangguan dan konfigurasi jaringan selama terjadi dan sesudah gangguan, harus diketahui dalam analisis kestabilan transien. Dalam kestabilan multimesin diperlukan 2 langkah, yaitu:

1. Kondisi tunak sistem sebelum gangguan (*prefault*).
2. Penentuan representasi jaringan sebelum gangguan kemudian digunakan dalam perhitungan kondisi selama gangguan (*during fault*) dan sesudah gangguan (*post fault*)

Dari langkah pertama kita bisa mengetahui daya aktif, daya reaktif, dan tegangan di setiap terminal generator dan bus beban, dengan semua sudut mengacu pada referensi tertentu.

Matrik admitansi bus yang digunakan dalam perhitungan aliran daya sebelum gangguan diperluas dengan memasukan reaktansi transien setiap generator dan admitansi *shunt* setiap beban,

2.7. Teori hubung singkat

Dalam analisis sistem tenaga listrik, dibutuhkan analisis sistem dalam kondisi normal dan dalam kondisi abnormal yang identik dengan kondisi

terjadinya gangguan. Pada kondisi gangguan diperlukan studi dalam hubung singkat

Hubung singkat adalah bertemunya fasa dengan fasa atau fasa dengan tanah tanpa melalui tahanan guna. Tahanan guna adalah tahanan berupa resistansi, reaktansi, atau impedansi yang sengaja dipasang.

Secara garis besar, gangguan hubung singkat dibagi dalam 2 kelompok

1. Gangguan hubung singkat simetris.
2. Gangguan hubung singkat tidak simetris, yang terdiri dari
3. Hubung singkat satu fasa ke tanah
4. Hubung singkat dua fasa
5. Hubung singkat dua fasa ke tanah

Arus hubung singkat terbesar terjadi pada hubung singkat tiga fasa atau satu fasa ke tanah (tergantung harga impedansi), sementara arus hubung singkat terkecil pada hubung singkat dua fasa.

2.8. Gangguan hubung singkat simetris

Hubung singkat tiga fasa pada sistem daya disebut hubung singkat simetris, karena pada gangguan ini, tegangan pada titik gangguan dan arus yang mengalir pada setiap fasanya adalah sama besar. Arus gangguan yang mengalir pada sistem hanya arus urutan positif saja.

Akibat-akibat yang dapat ditimbulkan pada saat terjadi hubung singkat adalah:

1. Penurunan tegangan pada sistem yang lain.

2. Kerusakan yang diakibatkan oleh busur api listrik pada elemen-elemen sistem yang hampir selalu menyertai sebuah hubung singkat.
3. Kerusakan pada peralatan yang lain pada system akibat pemanasan lebih dan juga gaya mekanis abnormal.
4. Gangguan terhadap kestabilan system daya dan hal ini dapat mewakili terjadinya kegagalan total pada sistem.

2.9. Komponen-komponen sistem proteksi

Secara umum, komponen- komponen sistem proteksi terdiri dari:

a. Circuit Breaker, CB (Sakelar Pemutus, PMT)

Circuit Breaker (CB) adalah salah satu peralatan pemutus daya yang berguna untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik dalam kondisi terhubung ke beban secara langsung dan aman, baik pada kondisi normal maupun saat terdapat gangguan. Berdasarkan media pemutus listrik atau pemadam bunga api, terdapat empat jenis CB sebagai berikut:

1. *Air Circuit Breaker* (ACB), menggunakan media berupa udara.
2. *Vacuum Circuit Breaker* (VCB), menggunakan media berupa vakum.
3. *Gas Circuli Breaker* (GCB), menggunakan media berupa gas SF₆.
4. *Oil Circuit Breaker* (OCB), menggunakan media berupa minyak.

b. Relay/coil

Relay merupakan jantung dari proteksi sistem tenaga listrik, dan telah berkembang menjadi peralatan yang rumit. *Relay* dibedakan dalam dua kelompok:

1. komparator mendeteksi dan mengukur kondisi abnormal, dan membuka/menutup kontak (*trip*).

2. *Auxiliary relay* dirancang untuk dipakai di *auxiliary circuit* yang dikontrol oleh *relay* komparator dan membuka/menutup kontak-kontak lain.

c. *Current Transformer*

Current Transformer (CT) adalah suatu perangkat listrik yang berfungsi menurunkan arus yang besar menjadi arus dengan ukuran yang lebih kecil. CT digunakan karena dalam arus tidak mungkin dilakukan langsung dalam arus beban atau arus gangguan, hal ini disebabkan arus yang sangat besar dan bertegangan tinggi. Karakteristik CT ditandai oleh *Current Transformer Ratio* (CTR) yang merupakan perbandingan antara arus yang dilewatkan oleh sisi primer dengan arus yang dilewatkan oleh sisi sekunder.

d. Trafo Tegangan (*Potential Transformer*)

Trafo tegangan adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi menurunkan tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah yang sesuai dengan setting relay. Trafo ini juga memiliki angka perbandingan lilitan/tegangan primer dan sekunder.

e. Kabel kontrol / *wiring*

Kabel sebagai penghantar aliran listrik, bahan yang sering digunakan adalah tembaga (Cu) karena mempunyai sifat konduktivitas listrik yang tinggi.

f. Catu daya, *Power supply* (baterai)

DC system Power supply, merupakan pencatu daya cadangan yang terdiri dari *battery charger*, sebagai peralatan yang mengubah tegangan AC ke DC dan Baterai sebagai penyimpan daya cadangan. Sebagai peralatan proteksi, *DC system*

power supply merupakan peralatan yang sangat vital karena jika terjadi gangguan dan kontak telah terhubung, maka DC *system power supply* akan bekerja yang menyebabkan CB membuka.

2.10. Kestabilan Transien Multi Mesin

Langkah pertama dalam analisis stabilitas transien adalah memecahkan aliran beban awal dan menentukan besaran tegangan bus awal dan sudut fase mesin saat ini sebelum gangguan dihitung.

$$I = \frac{S_i}{V_i} = \frac{(P_i + jQ_i)}{V_i}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

m adalah jumlah generator

V_i adalah tegangan terminal generator

P_i dan Q_i adalah generator aktif dan reaktif

Semua beban direpresentasikan sebagai impedansi konstan ke tanah, untuk memasukkan tegangan sebelum reaktansi transien, bus m ditambahkan ke jaringan sistem tenaga bus. (Salf Aldeen Saad Alkadhim, 2010:16)

Studi stabilitas peralihan (*transient*) melibatkan pada gangguan-gangguan besar, sehingga pemodelan persamaan matematis dari sistem tersebut adalah persamaan non-linier. Oleh karena itu, penyelesaian dari permasalahan studi ini menggunakan penyelesaian secara integrasi. Studi stabilitas peralihan (*transient*) biasanya hanya menganalisis pada ayunan pertama (*first swing*) yaitu pada detik pertama. Hal ini dikarenakan penerapan asumsi-asumsi yang digunakan pada studi stabilitas peralihan. Jika pada detik pertama sistem masih mempertahankan keserempakan (*synchronism*) setelah mengalami gangguan besar, maka sistem

dikatakan stabil. Sedangkan analisis multising memerlukan waktu studi yang lebih lama karena sistem kontrol pada unit pembangkitan diperhitungkan. Sistem kontrol ini akan mempengaruhi tampilan dinamik dari pembangkit selama pengembangan waktu.

Studi stabilitas mesin majemuk (*multimachine*) umumnya menerapkan gangguan 3 fasa. Pemilihan gangguan 3 fasa menjadi salah satu gangguan peralihan (*transient*) karena gangguan ini memberikan pengaruh yang besar terhadap sistem tenaga listrik. Arus gangguan yang diakibatkan oleh gangguan 3 fasa ini adalah yang paling besar dibandingkan dengan arus gangguan 1 atau 2 fasa. Oleh karena itu, analisis stabilitas peralihan (*transient*) mesin majemuk memperhitungkan gangguan yang lebih berdampak besar terhadap sistem tenaga listrik. Analisis kestabilan pada sistem mesin majemuk akan lebih kompleks dan rumit dibandingkan dengan analisis kestabilan pada sistem SMIB (*Single Machine Infinite Bus*). Sehingga beberapa asumsi digunakan dalam analisis ini untuk mengurangi kerumitan tersebut. Berikut ini adalah beberapa asumsi yang digunakan.

1. Merepresentasikan setiap mesin sinkron sebagai sumber tegangan konstan disamping reaktansi peralihan (*transient*) sumbu langsung dengan mengabaikan efek saliensi/kutub tonjol dan mengasumsikannya sebagai fluks bocor yang konstan.
2. Mengasumsikan daya masukan Pm dan aksi governor selalu konstan selama simulasi.

3. Mengubah semua beban yang terhubung menjadi admitansi ke ground dan dianggap konstan.
4. Mengabaikan redaman (*damping*) atau daya asinkron.

2.11. Metode Newton Raphson

Dasar dari metode Newton Raphson dalam penyelesaian aliran daya adalah deret Taylor untuk suatu fungsi dengan dua *variable* lebih. Metode Newton Rhapsion menyelesaikan masalah aliran daya dengan menggunakan suatu set persamaan non linier untuk menghitung besarnya tegangan dan sudut fasa tegangan tiap bus.

Daya injeksi pada bus i adalah :

$K_3, K_4, I_1, I_2, I_3,$ dan I_4 sebagai berikut:

$$k_1 = f(\delta_i, \omega_i)\Delta t = \omega_i\Delta t \dots\dots\dots (2.3)$$

$$i_1 = g(\delta_i, \omega_i)\Delta t = \frac{\pi f}{H} (P_m - P_e)\Delta t \dots\dots\dots (2.4)$$

$$k_2 = f\left(\delta_i + \frac{1}{2} k_1, \omega_i + \frac{1}{2} I_1\right)\Delta t = \left(\omega_i + \frac{1}{2} I_1\right)\Delta t \dots\dots\dots (2.5)$$

Dalam hal ini dilakukan pemisahan daya nyata dan daya reaktif pada bus i. Pemisahan ini akan menghasilkan suatu set persamaan simultan non linear. (Nathaniel L. Bijang,2012:2)

Dalam koordinat kutub diketahui :

$$|V_i| \angle \delta_i = |V_i| e^{j\delta_i}$$

$$|V_j| \angle \delta_j = |V_j| e^{j\delta_j}$$

$$|Y_{ij}| \angle \theta_{ij} = |Y_{ij}| e^{j\delta_{ij}}$$

Karena $e^{j(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij})} = \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) + j \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij})$, maka pemisahan daya pada bus i menjadi komponen real dan imajiner adalah :

$$P_i - j Q_i = |V_i| \angle -\delta_i \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \angle \theta_{ij} + \delta_j .$$

$$|V| e^{-j\delta} \cdot \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j e^{j(\delta_j - \delta_i - \theta_{ij})}$$

$$P_i^{(k)} = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Q_i^{(k)} = - \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \dots\dots\dots (2.7)$$

Nilai P_i dan Q_i telah diketahui, tetapi nilai V_i dan δ_i tidak diketahui kecuali pada *slack bus*. Kedua persamaan non linier tersebut dapat diuraikan menjadi suatu set persamaan simultan linier dengan cara menyatakan hubungan antara perubahan daya nyata ΔP_i dan daya reaktif ΔQ_i terhadap perubahan magnitude tegangan ΔV_i dan sudut fasa tegangan $\Delta \delta_i$.

$$\begin{bmatrix} \Delta P_i \\ \Delta Q_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \end{bmatrix}$$

Elemen – elemen matriks Jacobian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan daya nyata dan reaktif pada bus i dari persamaan (2.6) dan (2.7) yang diturunkan sebagai berikut : ($i = 1, 2, \dots, n-1$)

Elemen-elemen off-diagonal dari J_1 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = -|V_i V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \dots\dots\dots(2.8)$$

Elemen diagonal dari J_1 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |V_i V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad (3.18) \dots\dots\dots(2.9)$$

Elemen off-diagonal dari J2 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |V_i Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Elemen diagonal dari J2 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i Y_{ii}| \cos(\theta_{ii}) + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Elemen off-diagonal dari J3 adalah :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = -|V_i V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Elemen diagonal dari J3 adalah :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |V_i V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Elemen-elemen off-diagonal dari J4 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = -|V_i Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Elemen diagonal dari J4 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = -2|V_i Y_{ii}| \sin(\theta_{ii}) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n |V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Elemen-elemen matriks Jacobian dihitung setiap akan melakukan iterasi.

Perhitungan iterasi dimulai dengan memberikan perkiraan magnitudo tegangan

dan sudut fasa tegangan mula-mula. Perubahan - perubahan dalam daya nyata dan daya reaktif yang telah dijadwalkan dikurangi dengan daya nyata dan daya reaktif yang dihitung (Nathaniel L. Bijang,2012:4) dari persamaan (2.8) sampai (2.15)

$$\Delta P_{ik} = P_i(\text{terjadwal}) - P_{ik} \Delta Q_i$$

$$k = Q_i(\text{terjadwal}) - Q_{ik}, i = 1, 2, \dots, n-1 \dots\dots\dots (2.16)$$

Elemen-elemen matriks Jacobim dihitung dengan menggunakan magnitude tegangan dan sudut fasa tegangan estimasi mula-mula. Dengan menggunakan metode *invers* langsung maka persamaan linier (2.7) dapat dipecahkan untuk mendapatkan nilai-nilai magnitude tegangan dan sudut fasa tegangan estimasi yang baru pada tiap bus (kecuali *slack bus*), sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J1 & J2 \\ J3 & J4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix}$$

Proses iterasi kembali lagi ke proses awal dan hal ini terus diulangi sampai ΔP_{ik} dan ΔQ_{ik} untuk semua bus (selain *slack bus*) memenuhi harga toleransi yang diberikan (biasanya diambil ≤ 0.001).

$$\Delta i_{k+1} = \delta_{ik} + \Delta \delta_{ik}$$

$$|V_i|_{k+1} = |V_i|_k + \Delta |V_i|_k \dots\dots\dots (2.17)$$

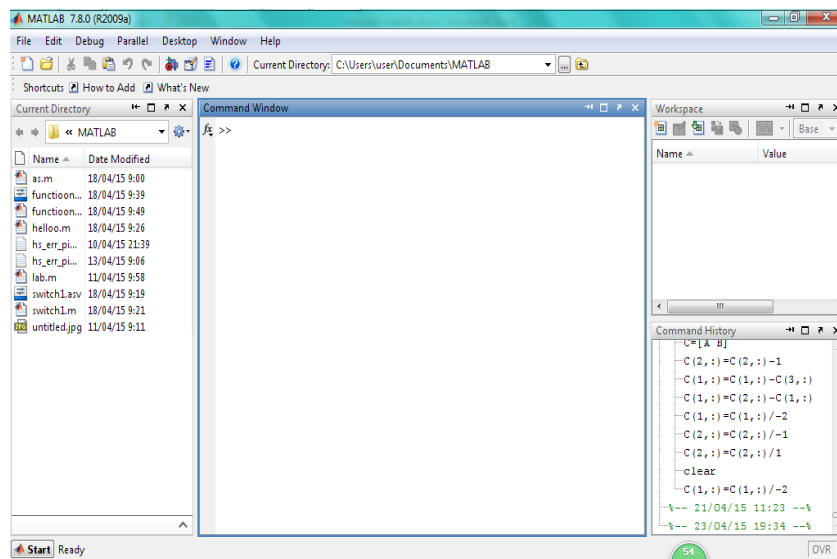
Jadi iterasi selesai bila,

$$\Delta \delta_{ik} \leq 0.001$$

$$\Delta |V_i|_k \leq 0.001$$

2.12. Software Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) merupakan suatu program komputer yang bisa membantu memecahkan berbagai masalah matematis yang kerap kita temui dalam bidang teknis. Kita bisa memanfaatkan kemampuan Matlab untuk menemukan solusi dari berbagai masalah numerik secara cepat, mulai hal yang paling dasar.



Gambar 2.5 Tampilan Matlab

a. Fungsi Bagian-Bagian Aplikasi Matlab

1. MATLAB *Command window/editor*

MATLAB *Command window/editor* merupakan window yang muncul ketika kita membuka pertama kali aplikasi MATLAB. Pada window kita dapat melakukan akses-akses ke *command-command* MATLAB dengan cara mengetikkan barisan-barisan ekspresi MATLAB, seperti mengakses *help window* dan lain-lainnya. *Command Window* (layar perintah) dapat kita gunakan untuk menjalankan program/perintah yang dibuat pada layar *editor* matlab. Pada

windows/layar ini kita dapat mengakses perintah maupun komponen pendukung (*help file* dll) yang ada di matlab secara langsung. Salah satu ciri dari *command windows* ditandai dengan tanda *prompt* (>>).

2. MATLAB *Editor/Debugger* (*Editor M-File/Pencarian Kesalahan*)

Window ini merupakan tool yang disediakan oleh Matlab 5 keatas. Berfungsi sebagai *editor script* Matlab (M-file). Walaupun sebenarnya *script* ini untuk pemrograman Matlab dapat saja menggunakan *editor* yang lain seperti *notepad*, *wordpad* bahkan *word*.

Untuk mengakses window m-file ini dapat kita lakukan dengan cara :

1. Memilih menu File - kemudian pilih *New*
2. Pilih m-file, maka MATLAB akan menampilkan *editor window* :

selain dengan cara di atas untuk menampilkan *editor M-file* ini, kita dapat juga melakukannya dengan cara :

```
>> edit
```

3. *Figure Windows*

Window ini merupakan hasil visualisasi dari *script* Matlab. Namun Matlab memberi kemudahan bagi programmer untuk mengedit window ini sekaligus memberikan program khusus. Sehingga window ini selain berfungsi sebagai visualisasi output dapat juga sekaligus menjadi media input yang interaktif.

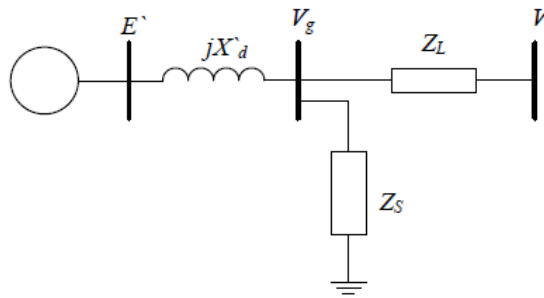
4. MATLAB *help window*

MATLAB juga menyediakan sistem *help* yang dapat diakses dengan perintah *help*. Misalnya, untuk memperoleh informasi mengenai fungsi *elfun* yaitu fungsi untuk trigonometri, eksponensial, complex dan lain-lain, maka kita hanya

perlu mengetikkan perintah berikut, (`>> help elfun`) dan kemudian menekan enter maka di layar akan muncul informasi dalam bentuk teks pada layar MATLAB yaitu : *Elementary math functions*.

2.13. Pemodelan Mesin Sinkron

Representasi mesin sinkron pada kondisi transient dinyatakan dengan sumber tegangan dalamnya dan disertai dengan reaktans transienya. Gambar dibawah ini menunjukkan sebuah generator sinkron dihubung ke busbar tak hingga.



Gambar 2.6 Sebuah mesin terhubung ke bus tak terhingga
(Cekdin Cekmas,2007:232)

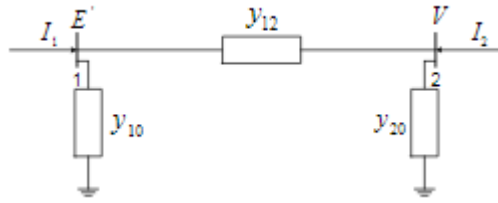
Jika tegangan terminal generator diberi nomor 1, dan busbar diberi nomor 2, serta *grounding* diberi nomor 0, maka impedansi sistem tersebut diatas dapat dinyatakan dalam admitans sebagai berikut:

$$y_{10} = \frac{Z_L}{jX_d Z_s + jX_d Z_L + Z_L Z_s} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$y_{20} = \frac{jX_d}{jX_d Z_s + jX_d Z_L + Z_L Z_s} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$y_{12} = \frac{Z_L}{jX_d Z_s + jX_d Z_L + Z_L Z_s} \dots\dots\dots (2.20)$$

Sehingga dapat digambarkan dalam bentuk (ϕ) sebagai berikut:



Gambar 2.7 Rangkaian ekivalen sebuah mesin terhubung ke bus tak hingga

.Maka didapat persamaan sistem sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E \\ V \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.21)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 5 bulan, yang dimulai pada bulan April 2018. Untuk pengambilan data penelitian dilakukan di PT.PLN (Persero) UPB Sulselrabar Makassar yang dimulai pada bulan Mei 2018.

3.2. Alat dan Bahan

a. TOSHIBA Satellite L510 dengan spesifikasi

Processor : Inter(R) Core(TM)2 Duo CPU

Processor grafis : Intel HD Graphics

Memori RAM : 4 GB DDR3

Memory Harddisk : 150 GB

Sistem Operasi : Windows 7 64-bit

b. Software Matlab

3.3. Metode Penelitian

Untuk menyusun tugas akhir ini digunakan tiga metode penelitian yaitu:

1. Metode kepustakaan atau *Library Search*

Yaitu mencari literature yang berhubungan dengan tugas akhir ini yang digunakan untuk menambah teori-teori dasar dan sebagai sarana pendukung dalam menganalisa masalah yang terjadi.

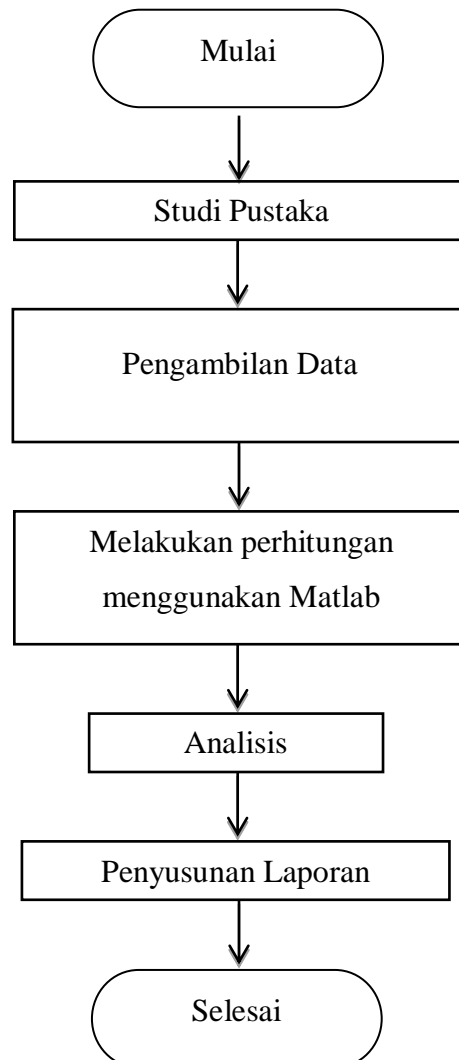
2. Metode observasi

Yaitu pengambilan data pada UPB Sulselrabar serta melakukan analisa terhadap data yang diperoleh. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode kuantitatif.

3. Metode tanya jawab

Yaitu tanya jawab secara langsung dengan pembimbing yang digunakan untuk mendukung teori dan data yang telah diperoleh.

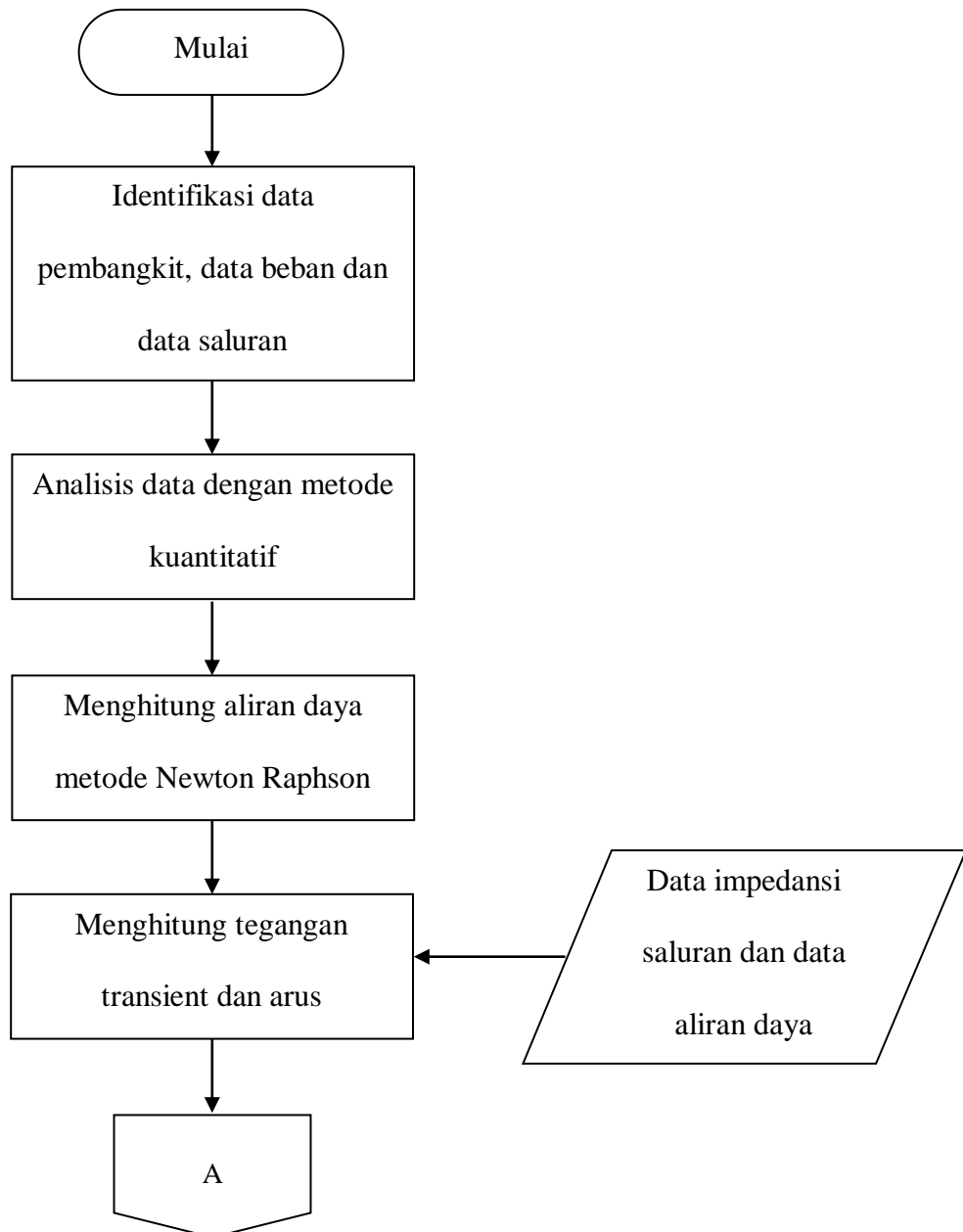
4. Skema Penelitian

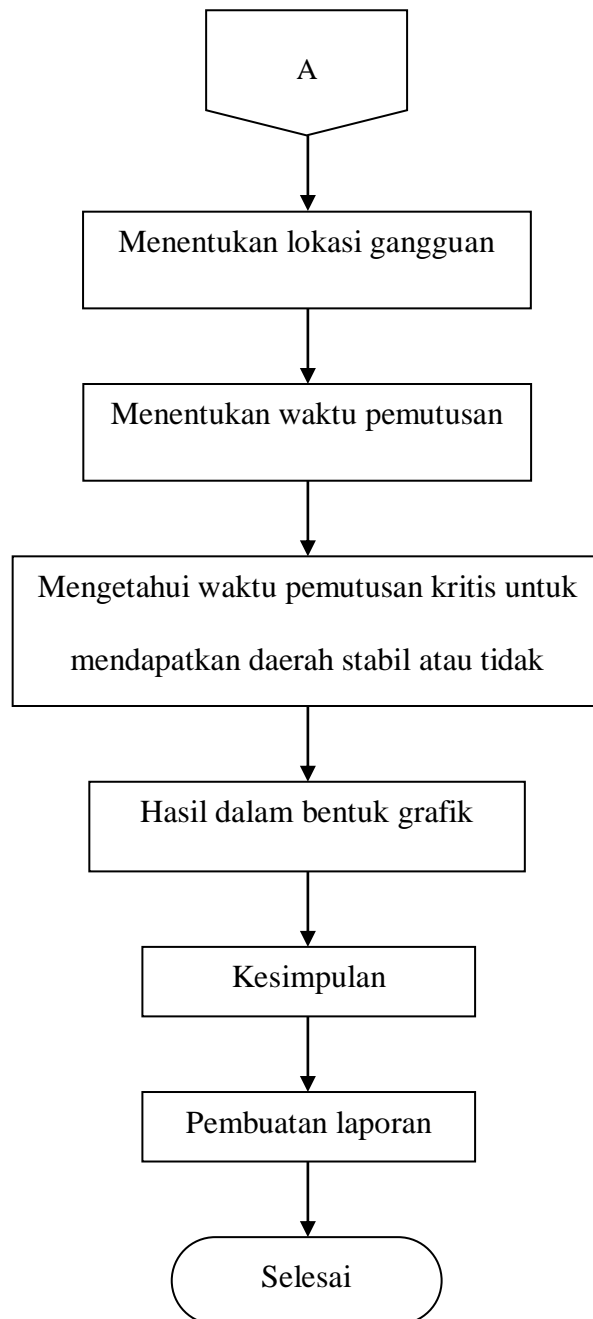


Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

5. Langkah Penelitian

Secara garis besar tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini di tunjukkan pada gambar 3.2.





Gambar 3.2 Bagan alir proses penelitian

Teknik analisis yang digunakan dalam analisis ini adalah menggunakan metode kualitatif dengan langkah langkah sebagai berikut :

1. Menghitung aliran daya menggunakan metode Newton Raphson sehingga diperoleh data tegangan dan sudut.
2. Hasil aliran daya tersebut menjadi data awal dalam menganalisis kestabilan transien

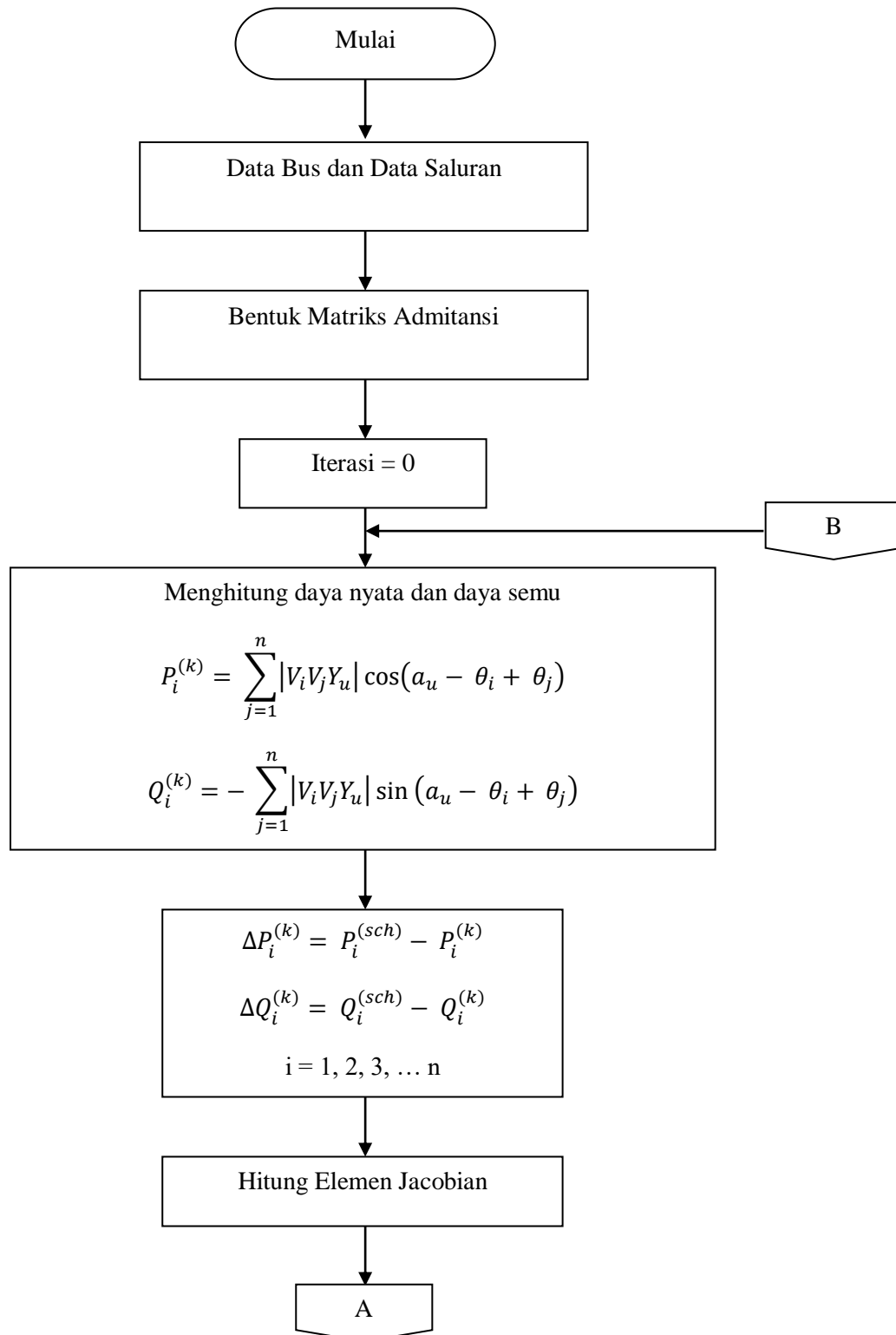
Dalam menyelesaikan analisis kestabilan transien pada sistem tenaga listrik Sulselrabar ini digunakan Matlab versi 2011 untuk memudahkan perhitungan.

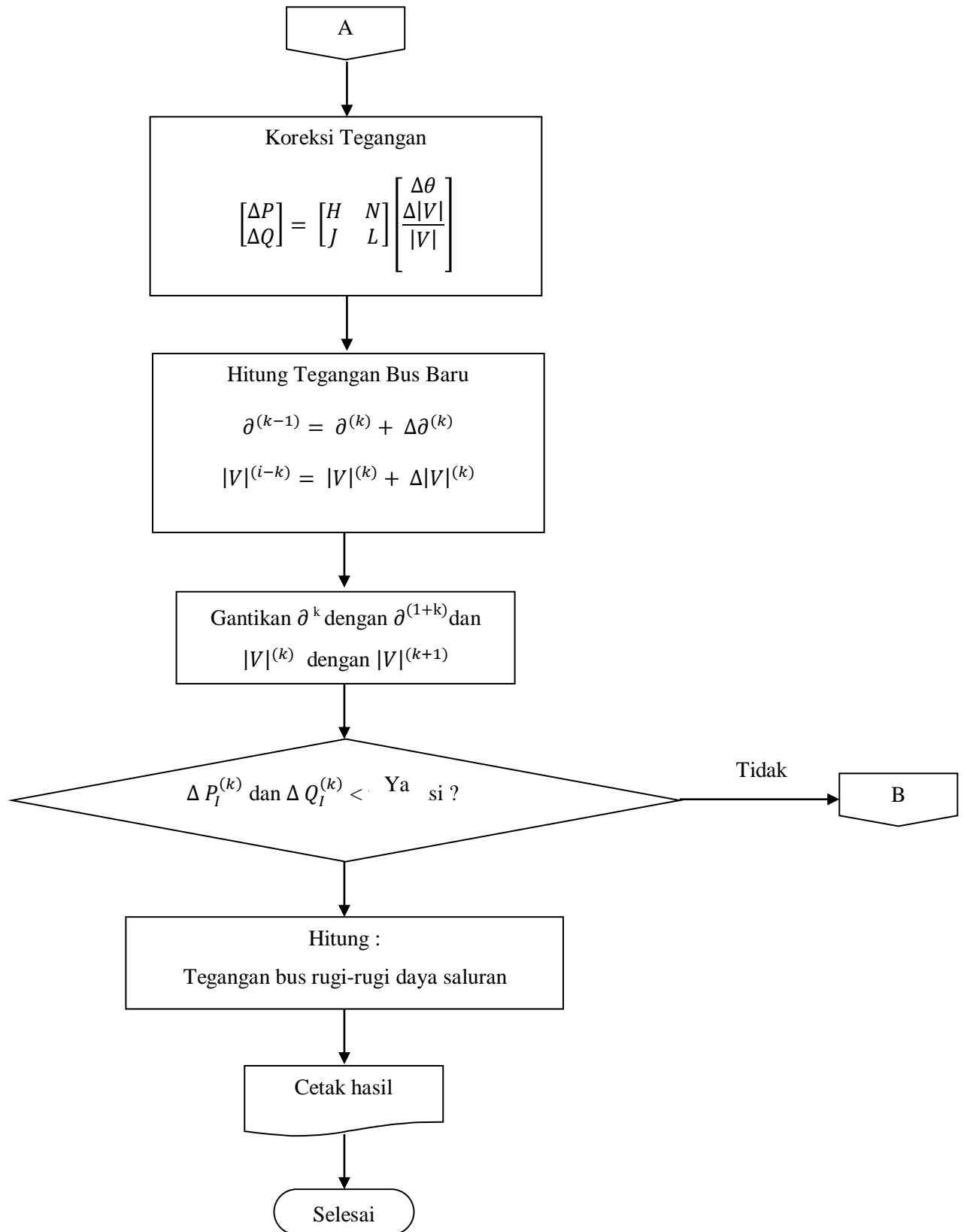
Adapun langkah-langkah yang digunakan sebaga berikut :

1. Mempersiapkan data sistem generator.
2. Untuk keperluan aliran beban, semua data impedansi diubah kedalam admitansi pengganti.
3. Menghitung aliran daya menggunakan metode Newton Raphson.
4. Menghitung tegangan internal semua generator dari hasil aliran daya seperti tegangan dan sudut tegangan pada *bus* generator maupun *slack bus* digunakan perhitungan stabilitas transien, demikian halnya dengan daya baik pada beban maupun generator.
5. Menghitung matriks admitansi setiap jaringan.
6. Memilih lokasi gangguan yang terkena gangguan hubung singkat.
7. Mencetak grafik perbedaan sudut rotor untuk setiap waktu pemutusan kritis.

Analisis kestabilan transient dengan Matlab ini meliputi perhitungan aliran beban dan grafik perbedaan sudut rotor untuk setiap waktu pemutusan kritis pada saat terjadi gangguan hubung singkat pada saluran Tello – Tello Lama dan Tello – Sungguminasa dekat pembangkit yang sedang beroperasi.

Adapun flowchart program yang digunakan seperti terlihat pada gambar 3.3





Gambar 3.3 flowchart program matlab

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Komputasi Kestabilan Transien pada sistem tenaga listrik Sulselrabar

Dalam menyelesaikan analisis kestabilan transien pada sistem tenaga listrik Sulselrabar ini digunakan perangkat lunak Matlab 2011b untuk memudahkan perhitungan.

Penentuan sudut pemutusan kritis dan waktu pemutusan kritis dengan melihat hasil perhitungan *software* matlab komputasi. Adapun data dan kondisi kestabilan transien dianalisis pada suatu kondisi pembebanan tertentu, yakni pembebanan tanggal 1 Desember 2017 jam 11:00 Wita

Untuk analisis kestabilan transien sistem kelistrikan Sulselrabar diperlukan data bus, data saluran transmisi, data generator dan data pembebanan

Tabel 4.1 Penomoran bus sistem interkoneksi Sulselrabar

No Bus	Nama Bus	No Bus	Nama Bus
1	Bakaru	8	Pangkep
2	Polmas	9	Bosowa
3	Majene	10	Tello
4	Pinrang	11	Tello Lama
5	Pare-Pare	12	Panakkukang
6	Suppa	13	Sungguminasa
7	Barru	14	Tanjung Bunga

15	Tallasa	27	Pangkep 70kV
16	Sidrap	28	Tonasa
17	Makale	29	Maros
18	Palopo	30	Mandai
19	Latuppa	31	Daya
20	Soppeng	32	Tello 70Kv
21	Sengkang	33	Borongloe
22	Bone	34	Tello Lama 70kV
23	Sinjai	35	Bontoala
24	Kima	36	Tello 30kV
25	Bulukumba	37	Mamuju
26	Jeneponto	38	Barawaja

Sumber: PT.PLN (Persero) Wilayah Sulselrabar

Tabel 4.2 Data Saluran Transmisi

No Bus		KV	IMPEDANSI PER-LINE (pu)	
			URUTAN POSITIF	
Dari	Ke		R (pu)	JX(pu)
1	2	150	0.02627	0.09404
1	4	150	0.03076	0.11023
2	3	150	0.05261	0.18902
3	37	150	0.03653	0.10370
4	5	150	0.01388	0.04874

5	6	150	0.00787	0.02826
5	7	150	0.02314	0.08290
5	8	150	0.09464	0.33916
7	8	150	0.02419	0.08667
8	9	150	0.01090	0.03919
8	10	150	0.04764	0.17071
8	28	70	0.03275	0.06013
8	30	70	0.36318	0.66671
9	10	150	0.01683	0.06049
10	11	150	0.00726	0.02600
10	13	150	0.00385	0.02635
10	24	150	0.03750	0.06355
13	14	150	0.00707	0.04258
13	15	150	0.00970	0.06649
13	29	150	0.03120	0.11211
15	26	150	0.00673	0.04609
16	5	150	0.02003	0.07198
16	17	150	0.08274	0.37753
16	21	150	0.05433	0.37234
16	29	150	0.01235	0.08472
17	18	150	0.03917	0.14076
18	19	150	0.01058	0.07253

20	16	150	0.05643	0.20275
20	22	150	0.04578	0.16306
21	20	150	0.02106	0.12670
22	25	150	0.14390	0.51703
25	26	150	0.04861	0.17466
30	31	70	0.03420	0.06278
31	32	70	0.02408	0.04421
32	12	70	0.04334	0.07958
32	33	70	0.06069	0.11141
34	35	70	0.04046	0.07428
36	38	30	0.12292	0.17508

Sumber: PT.PLN (Persero) Wilayah Sulselrabar

Tabel 4.3 Data sistem tenaga Listrik Sulselrabar

No Bus	Beban		Pembangkitan	
	P (MW)	Q (MVA _r)	P (MW)	Q (MVA _r)
1	4	0.2	126,0	-4,0
2	7.5	2.7	0	0
3	8.5	2.1	0	0
4	12.7	4.4	0	0
5	8.25	2.1	0	0
6	23	0	40,0	12,2
7	4.4	1.5	0	0

8	12.2	5	0	0
9	23	0	0	0
10	21	8	26,0	-14,0
11	19.3	-5	0	0
12	38.6	11.6	0	0
13	8.5	-1.2	0	0
14	32.6	6	0	0
15	8	2.1	0	0
16	14	10	0	0
17	10.3	1.7	0	0
18	25.6	5.7	0	0
19	11.3	2.7	0	0
20	5.3	3	0	0
21	15.9	7.8	235.5	-2.5
22	15	4.4	0	0
23	8	6.9	0	0
24	10	2.4	0	0
25	7.2	0.9	0	0
26	7.1	4.2	203.5	18.5
27	8.5	2.2	0	0
28	7.9	2.1	0	0
29	5.8	1.4	0	0

30	6.5	1.5	0	0
31	17	1.9	0	0
32	0	0	0	0
33	2.1	0	0	0
34	19	4.5	0	0
35	32.8	0	0	0
36	0	0	0	0
37	5.8	1	0	0
38	45	11.4	0	0

Sumber: PT.PLN (Persero) Wilayah Sulselrabar

4.2. Mencari nilai sudut pemutusan kritis

Dalam mencari nilai sudut pemutusan kritis diperlukan data impedansi dan perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* matlab seperti yang diperlihatkan pada lampiran.

Dari hasil komputasi matlab di peroleh nilai sudut dan tegangan dari tiap bus yang telah dilakukan perhitungan. Berikut tabel 4.4 hasil perhitungan.

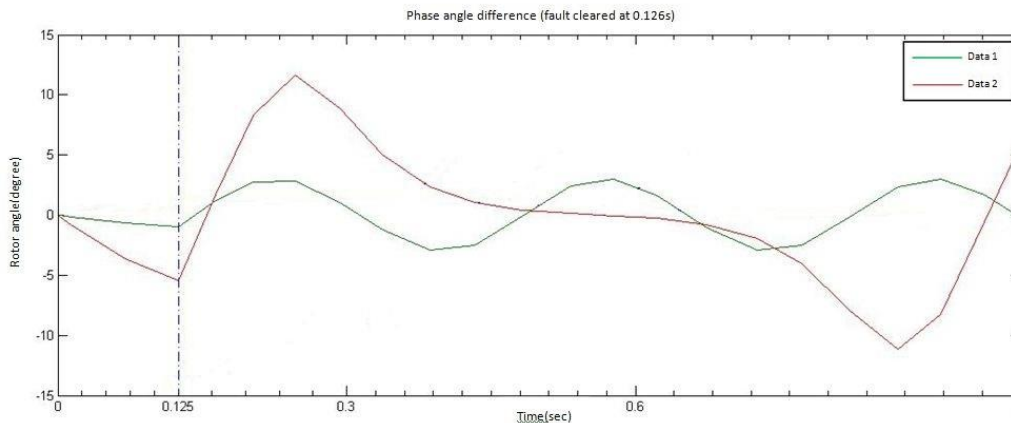
Tabel 4.4 Hasil perhitungan aliran daya

No Bus	Teg (p.u)	Sudut (Derajat)	Beban		Pembangkitan	
			P (MW)	Q (MVA _r)	P (MW)	Q (MVA _r)
1	1.05	0	4	0.2	126,0	-4,0
2	1.0543	0.35781	7.5	2.7	0	0
3	1.0545	0.41684	8.5	2.1	0	0
4	1.0563	0.49741	12.7	4.4	0	0
5	1.0559	0.46662	8.25	2.1	0	0
6	1.0534	0.6336	23	0	40,0	12,2
7	1.0514	0.20499	4.4	1.5	0	0
8	1.0595	1.1560	12.2	5	0	0
9	1.0616	1.7327	23	0	0	0
10	1.0585	0.7585	21	8	26,0	-14,0
11	1.0517	0.48426	19.3	-5	0	0
12	1.0681	1.5318	38.6	11.6	0	0
13	1.0533	0.38922	8.5	-1.2	0	0
14	1.0576	0.83943	32.6	6	0	0
15	1.0561	0.65771	8	2.1	0	0
16	1.0569	0.31696	14	10	0	0
17	1.0521	0.20925	10.3	1.7	0	0
18	1.0564	0.74656	25.6	5.7	0	0

19	1.0536	0.43728	11.3	2.7	0	0
20	1.0574	0.42911	5.3	3	0	0
21	1.0588	0.54014	15.9	7.8	235.5	-2.5
22	1.0855	0.15837	15	4.4	0	0
23	1.0609	0.20195	8	6.9	0	0
24	1.0553	0.60922	10	2.4	0	0
25	1.0555	0.74794	7.2	0.9	0	0
26	1.0557	0.37602	7.1	4.2	203.5	18.5
27	1.0557	0.4423	8.5	2.2	0	0
28	1.0542	0.39931	7.9	2.1	0	0
29	1.0549	0.47406	5.8	1.4	0	0
30	1.0533	0.39837	6.5	1.5	0	0
31	1.0553	0.95691	17	1.9	0	0
32	1.0502	0.053933	0	0	0	0
33	1.0506	0.090364	2.1	0	0	0
34	1.0582	0.81078	19	4.5	0	0
35	1.0577	0.77063	32.8	0	0	0
36	1.0511	0.10714	0	0	0	0
37	1.0524	0.18567	5.8	1	0	0
38	1.076	1.5489	45	11.4	0	0

4.3. Grafik hasil kestabilan transien sekitar bus Tello 150 kV

Gangguan transien yang disimulasikan adalah gangguan hubung singkat 3 fasa pada bus Tello 150 kV . *Critical Clearing Time* dapat ditentukan dengan melihat grafik sudut rotor. Semakin lama waktu gangguan terjadi maka grafik akan memperlihatkan respon sudut rotor yang akan semakin menuju ke kondisi tidak stabil. Komputasi kestabilan transien ini diperoleh dengan bantuan *software* matlab. Adapun hasil dari komputasi dapat dilihat pada gambar 4.1.



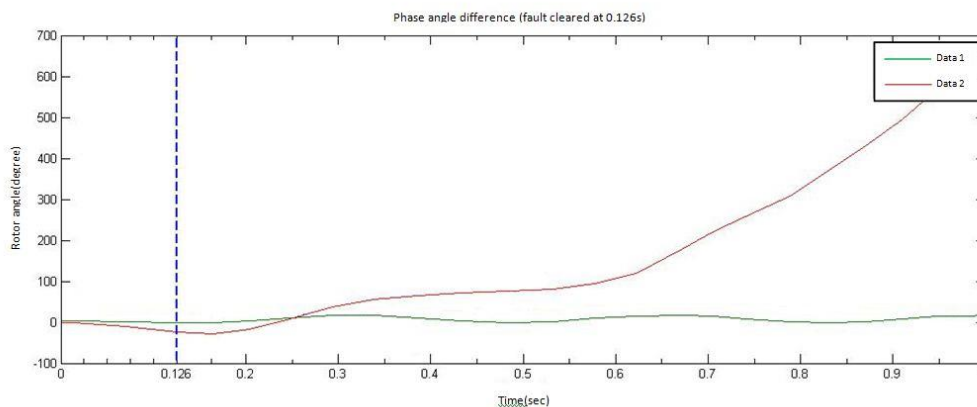
Gambar 4.1 respon sudut rotor pada saat terjadi gangguan pada bus 11

(lama gangguan = 0.125 detik), saluran 10 – 11

Keterangan:

Data 1 = Generator Bakaru

Data 2 = Generator Suppa



Gambar 4.2 respon sudut rotor pada saat terjadi gangguan pada bus 13

(lama gangguan = 0.126 detik), saluran 10 – 13

Keterangan:

Data 1 = Generator Bakaru

Data 2 = Generator Suppa

4.4. Analisis grafik dan pembahasan

Untuk menganalisis kestabilan sistem dilihat perubahan beban sudut rotor generator pada *slack bus* (Bakaru). Waktu pemutusan kritis yang dipilih adalah waktu saat gangguan diputuskan tidak mempengaruhi kestabilan sistem atau tidak ada salah satu generator yang hilang kesinkronannya. Apabila ada perbedaan sudut rotor yang naik tidak terbatas pada salah satu generator, sistem tersebut dikatakan tidak stabil.

Grafik yang diperoleh dari hasil komputasi kestabilan transien sistem interkoneksi Sulselrabar dengan pemilihan waktu pemutusan kritis dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Gambar 4.1 adalah gangguan hubung singkat yang terjadi pada saluran Tello – Tello Lama selama 0.125 detik. Terlihat sudut rotor sudah hampir menuju ke kondisi tidak stabil (generator tidak sinkron lagi).
2. Pada gambar 4.2 adalah gangguan hubung singkat yang terjadi pada Tello – Sungguminasa selama 0.126 terlihat sudut rotor pada generator Suppa sudah hampir ke kondisi tidak stabil (generator tidak sinkron lagi).

Tabel 4.5 Letak gangguan dan hasil analisis

No	Letak Gangguan	Saluran Bus	Waktu Pemutusan Kritis (detik)
1	Bus Tello 150 kV	Tello – Tello Lama	0.125
		Tello – Sungguminasa	0.126

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa pada saat terjadi gangguan disekitar saluran bus Tello 150 kV, Generator Suppa yang mengalami respon tercepat terhadap gangguan. Hal ini terjadi karena nilai tegangan dalam generator dan daya mekanik masukan dari pembangkit Suppa lebih kecil dibandingkan dari pembangkit Bakaru.

Pada tabel 4.4 terlihat bahwa, pada saat terjadi gangguan di bus Tello Lama di saluran Tello – Tello Lama, mengakibatkan generator di bus Suppa mengalami gangguan tercepat dimana waktu pemutusan yang diperoleh adalah 0.125 detik.

Hal ini disebabkan oleh jarak gangguan dari pembangkit yang lebih dekat dari pusat pembangkit Suppa.

Perbedaan waktu pemutusan kritis yang diperoleh tersebut disebabkan karena pengaruh letak titik gangguan, dimana hasil analisis menunjukkan bahwa jika gangguan yang terjadi semakin dekat dengan pembangkit, maka waktu pemutusan kritis yang diperoleh semakin cepat.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis pada bab IV, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa kestabilan sudut rotor dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu:
 - a. Lama waktu gangguan mempengaruhi sudut rotor di pembangkit. Semakin lama waktu gangguan maka semakin besar sudut rotor yang dapat menyebabkan mesin kehilangan kestabilannya.
 - b. Letak gangguan mempengaruhi kestabilan sudut rotor dari pembangkit. Semakin dekat gangguan terjadi, maka waktu pemutusan kritis yang diperoleh semakin cepat, sehingga kecenderungan sistem tidak stabil semakin besar.
2. Dari hasil studi didapatkan bahwa waktu pemutusan kritis tercepat diantara 2 kasus yaitu di saluran Tello – Tello Lama dan Tello – Sungguminasa maka yang tercepat adalah saluran Tello – Tello Lama sebesar 0.125 detik.

5.2. Saran

1. Diharapkan pengaturan waktu operasi oleh Circuit Breaker (CB) tidak lebih besar dari waktu pemutusan kritis (*critical clearing time*), karena jika pengaturan waktu CB lebih besar dari waktu pemutusan kritis, maka pada

saat terjadi gangguan, sistem sudah dalam kondisi tidak stabil sehingga fungsi CB tidak berjalan dengan semestinya.

2. Diharapkan ketika terjadi perubahan data sistem interkoneksi Sulselrabar, maka perlu dilakukan studi analisis kestabilan transien untuk meningkatkan ketelitian waktu pemutusan kritis.

DAFTAR PUSTAKA

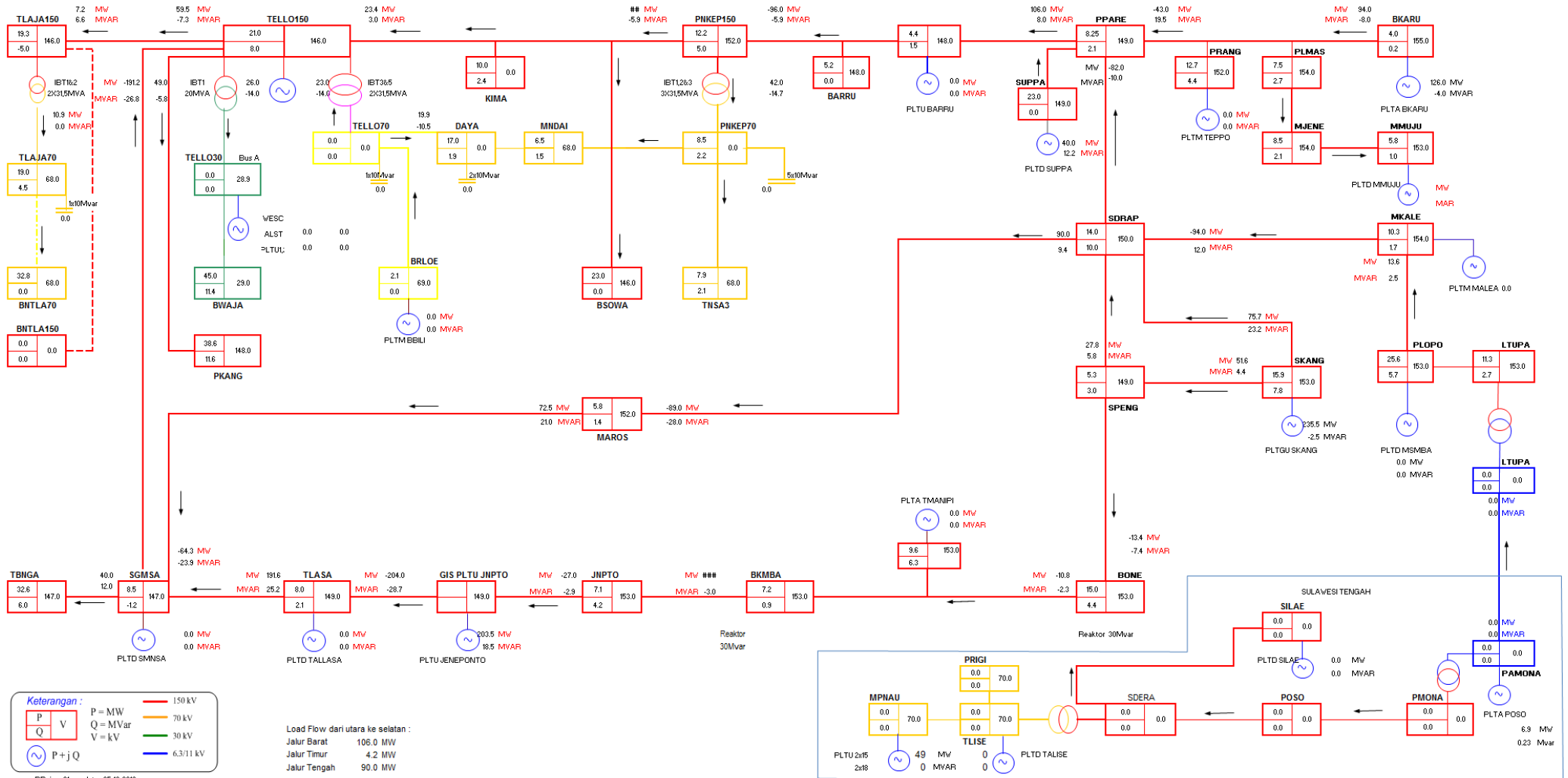
1. Aprilia, Vina dan Heri Gusmedi. 2012. *Analisis Gangguan Tiga Fasa Pada Saluran Transmisi*. Universitas Lampung. Volume 7. No. 3: 2018
2. Arjana, Gede. Ontoseno P., dan Ardyono P. 2012. *Analisis Stabilitas Transient Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Mempertimbangkan Beban Non-Linear*. Institut Teknologi Sepuluh November. Volume 1. No. 1: 2018
3. Bijang, L Nathaniel. 2012. *Analisis Waktu Pemutusan Kritis Suatu Sistem Kelistrikan*. Politeknik Negeri Manado. Volume 12. No. 2: 2018
4. Cekdin, Cekmas. 2007. *Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Andi Media
5. Kumara, Damar Tri. Ontoseno P., dan Ketut A. 2016. *Analisis Tabilitas Transien Pada Sistem Transmisi Sumatera Utara 150 kV – 275 kV Dengan Penambahan PLTA Batang Toru 4 X 125 MW*. Institut Teknologi Sepuluh November. Volume 5. No. 2: 2018
6. Pongtiku, James A. 2014. *Analisis Stabilitas Transien Untuk Menentukan Waktu Pemutusan Kritis Sistem PLTA Sawangan UNSRAT*. Volume 5. No. 2.:2018
7. Prabha Kundur, *Power System Stability and Control*, McGraw-Hill, 1994.
8. Rezky, Prima Prahasta dan Onteseno Penangsang. (2006). *Studi Analisa Stabilitas Transien Sistem Jawa Madura Bali*. ITS. Volume 5 . No. 2: 2018
9. Rosalina. 2010. *Analisis Kestabilan Sistem Tenaga*.UI. Volume 2, No. 2 : 2010
10. Saputra, Very Bagus . 2010 *Jurnal Teknik Elektro*. UMS. Volume 1, No. 1: 2018
11. S. Sudirman. 2010. *Analisis Sistem Tenaga*. Erlangga. Bandung
12. Stevenson, Wiliam D. 1984. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Erlangga, Jakarta

LAMPIRAN

Gambar 1
ALIRAN DAYA SISTEM SULSELBAR

Beban Puncak Siang : **771.61 MW**
Hari / Tanggal : **Jum'at / 01 Desember 2017**
J a m : **11.00 Wita**

MW MVAR
PLTG GE 12: 0.0 0.0
PLTD SVD 12: 0.0 0.0
PLTD MTS 12: 0.0 0.0
PLTD ALSTOM 12:



BPsiang01 update: 05-12-2013

771.61
CHECK BP SIANG: 611.90
SELISIH : 159.7
LOAD CURTAILMENT : 0.0



Data Saluran Trasmisi Di Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara dan Sulawesi Barat

GI	LINE	KV	1L/2L	TYPES	Km	IMPEDANSI PER-LINE (pu)				Y/2
						URUTAN POSITIF		URUTAN NOL		
						R	JX	R	JX	
BARRU	PNKEP	150	1L	240e	46.00	0.02419	0.08667	0.05479	0.26005	0.01167
BKARU	PRANG	150	1L	240d	58.50	0.03076	0.11023	0.06968	0.33072	0.01012
BKARU	PWALI	150	1L	240a	50.10	0.02627	0.09404	0.05967	0.28323	0.00743
BSOWA	TELLO	150	1L	240c	32.10	0.01683	0.06049	0.03823	0.18147	0.00761
PNKEP	BSOWA	150	1L	240c	20.80	0.01090	0.03919	0.02478	0.11759	0.00493
PNKEP	TELLO	150	2L	240e	45.30	0.04764	0.17071	0.10791	0.51219	0.00575
PPARE	BARRU	150	1L	240e	44.00	0.02314	0.08290	0.05241	0.24875	0.01116
PPARE	PKEP	150	2L	240e	90.00	0.09464	0.33916	0.21440	1.01760	0.01141
PPARE	SUPPA	150	2L	240a	7.50	0.00787	0.02826	0.01787	0.08480	0.00056
PRANG	PPARE	150	1L	240e	26.40	0.01388	0.04874	0.03145	0.14925	0.00870
PWALI	MJENE	150	2L	240a	50.16	0.05261	0.18902	0.11949	0.56714	0.00372
MJENE	MMUJU	150	1L	240a	28.30	0.03653	0.10370	0.32589	0.32532	0.11027
SDRAP	PPARE	150	2L	240a	19.10	0.02003	0.07198	0.04550	0.21596	0.00142
SDRAP	MAROS	150	2L	430b	35.00	0.01235	0.08472	0.08338	0.39573	0.00399
SDRAP	MKALE	150	2L	430a	105.48	0.08274	0.37753	0.25129	1.19267	0.01203
SDRAP	SKANG	150	2L	430a	47.40	0.05433	0.37234	0.36686	1.74123	0.01756
SKANG	SPENG	150	2L	430a	35.40	0.02106	0.12670	0.08433	0.40026	0.00404
SPENG	BONE	150	2L	240f	43.27	0.04578	0.16306	0.10308	0.48924	0.00402
SPENG	SDRAP	150	2L	240b	53.80	0.05643	0.20275	0.12816	0.60830	0.00482
TELLO	SGMSA	150	2L	430b	10.90	0.00385	0.02635	0.02597	0.12324	0.00124
TELLO	TLAMA	150	2L	240e	6.90	0.00726	0.02600	0.01644	0.07802	0.00088
TELLO	KIMA	150	2L	240a	7.20	0.03750	0.06355	0.01130	0.41304	0.01233
BLKMB	JNPTO	150	2L	240a	46.35	0.04861	0.17466	0.11041	0.52405	0.00344
BONE	BLKMBA	150	2L	240a	137.20	0.14390	0.51703	0.32684	1.55129	0.01017
MKALE	PLOPO	150	2L	240a	37.35	0.03917	0.14076	0.08898	0.42232	0.00277
PLOPO	LTUPA	150	1L	230b	12.50	0.01058	0.07253	0.07147	0.33920	0.00342
SGMSA	TLLSA	150	2L	430b	27.50	0.00970	0.06649	0.06551	0.31093	0.00314
SGMSA	TBNGA	150	2L	430a	11.89	0.00707	0.04258	0.02833	0.13446	0.00136
SGMSA	MAROS	150	1L	240b	59.50	0.03120	0.11211	0.07087	0.33637	0.00882
TLLSA	JNPTO	150	2L	430b	19.08	0.00673	0.04609	0.04542	0.21555	0.00217
DAYA	TELLO	70	1L	120a	5.00	0.02408	0.04421	0.06896	0.19166	0.00013
MNDAI	DAYA	70	1L	120a	7.10	0.03420	0.06278	0.09792	0.27216	0.00019
PNKEP	MNDAI	70	2L	120a	37.70	0.36318	0.66671	1.03984	2.39030	0.00050
PNKEP	TNSA	70	2L	120a	3.40	0.03275	0.06013	0.09378	0.26066	0.00005
TELLO	BRLOE	70	1L	120a	12.60	0.06069	0.11141	0.17377	0.48299	0.00034
TELLO	BWAJA	70	1L	120a	3.70	0.12292	0.17508	0.31076	0.77212	0.00002
TELLO	PKANG	70	2L	240h	4.50	0.04334	0.07958	0.12412	0.34500	0.00008
TLAMA	BNTLA	70	2L	XLPE	4.20	0.04046	0.07428	-	-	0.00006

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m*
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + ÷ 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.03076 + j*0.11023;
15 - z23 = 0.05261 + j*0.18902;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m*
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + ÷ 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (7.5 + j*2.7)/100;
43 - S3 = (8.5 + j*2.1)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thaul + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thaul + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.1 komputasi aliran daya bus 1, 2 dan 3


```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z337 = 0.03653 + j*0.10370;
15 - z45 = 0.01388 + j*0.04874;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y337 = 1/z337;
19 - y45 = 1/z45;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y337);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y337;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y45;
26 - Y23 = -y45;
27 - Y31 = -y337;
28 - Y32 = -y45;
29 - Y33 = y337 + y45;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (12.7 + j*4.4)/100;
43 - S3 = (8.25 + j*2.1)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thaul + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thaul + thau3);
62 -     sdi = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.2 komputasi aliran daya bus 4 dan 5

```

Editor - C:\Users\A N W A R\Desktop\skripsi\PERHITUNGAN ALIRAN DAYA\program matlab\bus 6 dan 7.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x
1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z56 = 0.00787 + j*0.02826;
15 - z57 = 0.02314 + j*0.08290;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y56 = 1/z56;
19 - y57 = 1/z57;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y56);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y56;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y57;
26 - Y23 = -y57;
27 - Y31 = -y56;
28 - Y32 = -y57;
29 - Y33 = y56 + y57;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - C:\Users\A N W A R\Desktop\skripsi\PERHITUNGAN ALIRAN DAYA\program matlab\bus 6 dan 7.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (23 + j*0)/100;
43 - S3 = (4.4 + j*1.5)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.3 komputasi aliran daya bus 6 dan 7

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled3.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.09464 + j*0.33916;
15 - z23 = 0.02419 + j*0.08667;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled3.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (12.2 + j*5)/100;
43 - S3 = (23 + j*0)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

6 usages of "y14" found

Gambar L1.4 komputasi aliran daya bus 8 dan 9

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled4.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + ÷ 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.01090 + j*0.03919;
15 - z23 = 0.04764 + j*0.17071;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled4.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + ÷ 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (21 + j*8)/100;
43 - S3 = (19.3 + j*5)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.5 komputasi aliran daya bus 10 dan 11

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled5.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.03275 + j*0.06013;
15 - z23 = 0.36318 + j*0.66671;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled5.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (38.6 + j*11.6)/100;
43 - S3 = (8.5 + j*-1.2)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sdi = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

6 usages of "y23" found

Gambar L1.6 komputasi aliran daya bus 12 dan 13

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled6.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.01683 + j*0.06049;
15 - z23 = 0.00726 + j*0.02600;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled6.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (32.6 + j*6)/100;
43 - S3 = (8 + j*2.1)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.7 komputasi aliran daya bus 14 dan 15

```

Editor - D:\matlabdasar\Untitled7.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.00385 + j*0.02635;
15 - z23 = 0.03750 + j*0.06355;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabdasar\Untitled7.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (14 + j*10)/100;
43 - S3 = (10.3 + j*1.7)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thau :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.8 komputasi aliran daya bus 16 dan 17

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled8.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.00707 + j*0.04258;
15 - z23 = 0.00970 + j*0.06649;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled8.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (25.6 + j*5.7)/100;
43 - S3 = (11.3 + j*2.7)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thaul + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thaul + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thaul);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.9 komputasi aliran daya bus 18 dan 19


```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled9.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.03120 + j*0.11211;
15 - z23 = 0.00673 + j*0.04609;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled9.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (5.3 + j*3)/100;
43 - S3 = (15.9 + j*7.8)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thaul + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thaul + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thaul);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.10 komputasi aliran daya bus 20 dan 21

```

Editor - D:\matlabdasar\Untitled10.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

1 - clear
2 -clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.02003 + j*0.07198;
15 - z23 = 0.08274 + j*0.37753;
16 % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabdasar\Untitled10.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (15 + j*44)/100;
43 - S3 = (8 + j*6.9)/100;
44 % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 % Harga thaul :
50 - thau1 = 0;
51 % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 format short g
56 while x >= epsilon
57     iter = iter + 1;
58     % Harga cos dan sin dari sudut :
59     sda = cos(theta11);
60     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.11 komputasi aliran daya bus 22 dan 23

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled12.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.05433 + j*0.37234;
15 - z23 = 0.01235 + j*0.08472;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (10 + j*2.4)/100;
43 - S3 = (7.2 + j*0.9)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thaul + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thaul + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thaul);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled12.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (10 + j*2.4)/100;
43 - S3 = (7.2 + j*0.9)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thaul + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thaul + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thaul);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

6 usages of "y14" found

Gambar L1.12 komputasi aliran daya bus 24 dan 25

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled13.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.03917 + j*0.14076;
15 - z23 = 0.01058 + j*0.07253;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled13.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (7.1 + j*4.2)/100;
43 - S3 = (8.5 + j*2.2)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.13 komputasi aliran daya bus 26 dan 27

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled14.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.05643 + j*0.20275;
15 - z23 = 0.04578 + j*0.16306;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled14.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (7.9 + j*2.1)/100;
43 - S3 = (5.8 + j*1.4)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thau :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.14 komputasi aliran daya bus 28 dan 29

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled15.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.02106 + j*0.12670;
15 - z23 = 0.14390 + j*0.51703;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled15.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (6.5 + j*1.5)/100;
43 - S3 = (17 + j*1.9)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thau :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.15 komputasi aliran daya bus 30 dan 31

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled16.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.04861 + j*0.17466;
15 - z23 = 0.03420 + j*0.06278;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled16.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (0 + j*0)/100;
43 - S3 = (2.1 + j*0)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thau1 :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.16 komputasi aliran daya bus 32 dan 33

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled17.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' PENYELESAIAN ALIRAN DAYA PADA BUS 34 DAN 35 ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.02408 + j*0.04421;
15 - z23 = 0.04334 + j*0.07958;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled17.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (19 + j*4.5)/100;
43 - S3 = (32.8 + j*0)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sdi = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.17 komputasi aliran daya bus 34 dan 35


```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled19.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.06069 + j*0.11141;
15 - z23 = 0.04046 + j*0.07428;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (0 + j*0)/100;
43 - S3 = (5.8 + j*1)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled19.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x

32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (0 + j*0)/100;
43 - S3 = (5.8 + j*1)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thaul :
50 - thaul = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.18 komputasi aliran daya bus 36 dan 37

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled20.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
1 - clear
2 - clc
3 - disp(' ')
4 - disp(' ')
5 - disp(' ')
6 - disp(' ')
7 - disp(' ')
8 - disp(' ')
9 - % Dasar 100 MVA
10 - epsilon = 0.001;
11 - x = 1;
12 - % Data impedansi pada saluran :
13 - z12 = 0.02627 + j*0.09404;
14 - z14 = 0.06069 + j*0.11141;
15 - z23 = 0.12292 + j*0.17508;
16 - % Admitansi pada saluran :
17 - y12 = 1/z12;
18 - y14 = 1/z14;
19 - y23 = 1/z23;
20 - % Admitansi Ybus :
21 - Y11 = (y12 + y14);
22 - Y12 = -y12;
23 - Y13 = -y14;
24 - Y21 = Y12;
25 - Y22 = y12 + y23;
26 - Y23 = -y23;
27 - Y31 = -y14;
28 - Y32 = -y23;
29 - Y33 = y14 + y23;
30 - % Pembentukan sudut :
31 - theta11 = atan2(imag(Y11), real(Y11));
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));

```

```

Editor - D:\matlabasdar\Untitled20.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + + 1.1 x
32 - theta12 = atan2(imag(Y12), real(Y12));
33 - theta13 = atan2(imag(Y13), real(Y13));
34 - theta21 = atan2(imag(Y21), real(Y21));
35 - theta22 = atan2(imag(Y22), real(Y22));
36 - theta23 = atan2(imag(Y23), real(Y23));
37 - theta31 = atan2(imag(Y31), real(Y31));
38 - theta32 = atan2(imag(Y32), real(Y32));
39 - theta33 = atan2(imag(Y33), real(Y33));
40 - % Beban dalam per unit :
41 - S1 = (4 + j*0.2)/100;
42 - S2 = (0 + j*0)/100;
43 - S3 = (45 + j*11.4)/100;
44 - % Bus 1 sebagai slack bus dengan :
45 - V1 = 1.05 + j*0.0;
46 - % Estimasi tegangan awal untuk :
47 - V2 = 1.0 + j*0.0;
48 - V3 = 1.0 + j*0.0;
49 - % Harga thau :
50 - thau1 = 0;
51 - % Estimasi thau awal untuk :
52 - thau2 = 0;
53 - thau3 = 0;
54 - iter = 0;
55 - format short g
56 - while x >= epsilon
57 -     iter = iter + 1;
58 -     % Harga cos dan sin dari sudut :
59 -     sda = cos(theta11);
60 -     sdb = cos(theta12 - thau1 + thau2);
61 -     sdc = cos(theta13 - thau1 + thau3);
62 -     sd1 = cos(theta21 - thau2 + thau1);
63 -     sd2 = cos(theta22);

```

Gambar L1.19 komputasi aliran daya bus 38

Gambar L1.20 Lanjutan penyelesaian perhitungan sudut pemutus kritis di tiap bus di atas

```

Editor - D:\matlabdasar\Untitled2.m*
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
+ - 1.0 + ÷ 1.1 ×
63 - sd2 = cos(theta22);
64 - sd3 = cos(theta23 - thau2 + thau3);
65 - sd4 = cos(theta31 - thau3 + thau1);
66 - sd5 = cos(theta32 - thau3 + thau2);
67 - sd6 = cos(theta33);
68 - sd7 = sin(theta21 - thau2 + thau1);
69 - sd8 = sin(theta22);
70 - sd9 = sin(theta23 - thau2 + thau3);
71 - sd10 = sin(theta31 - thau3 + thau1);
72 - sd11 = sin(theta32 - thau3 + thau2);
73 - sd12 = sin(theta33);
74 - sdd = sin(theta11);
75 - sde = sin(theta12 - thau1 + thau2);
76 - sdf = sin(theta13 - thau1 + thau3);
77 - % Harga daya nyata dan daya reaktif pada bus 2 dan 3 :
78 - P2 = (abs(V2)*abs(V1)*abs(Y21)*sd1) + (abs(V2^2)*abs(Y22)*sd2) + (abs(V2)*abs(V3)*abs(Y23)*sd3);
79 - P3 = (abs(V3)*abs(V1)*abs(Y31)*sd4) + (abs(V3)*abs(V2)*abs(Y32)*sd5) + (abs(V3^2)*abs(Y33)*sd6);
80 - Q2 = -(abs(V2)*abs(V1)*abs(Y21)*sd7) - (abs(V2^2)*abs(Y22)*sd8) - (abs(V2)*abs(V3)*abs(Y23)*sd9);
81 - Q3 = -(abs(V3)*abs(V1)*abs(Y31)*sd10) - (abs(V3)*abs(V2)*abs(Y32)*sd11) - (abs(V3^2)*abs(Y33)*sd12);
82 - % Elemen-elemen matriks Jacobian :
83 - J(1,1) = (abs(V2)*abs(V1)*abs(Y21)*sd7) + (abs(V2)*abs(V3)*abs(Y23)*sd9);
84 - J(1,2) = -(abs(V2)*abs(V3)*abs(Y23)*sd9);
85 - J(1,3) = (abs(V1)*abs(Y21)*sd1) + (2*abs(V2)*abs(Y22)*sd2) + (abs(V3)*abs(Y23)*sd3);
86 - J(1,4) = abs(V2)*abs(Y23)*sd3;
87 - J(2,1) = -(abs(V3)*abs(V2)*abs(Y32)*sd11);
88 - J(2,2) = (abs(V3)*abs(V1)*abs(Y31)*sd10) + (abs(V3)*abs(V2)*abs(Y32)*sd11);
89 - J(2,3) = abs(V3)*abs(Y32)*sd5;
90 - J(2,4) = (abs(V1)*abs(Y31)*sd4) + (abs(V2)*abs(Y32)*sd5) + (2*abs(V3)*abs(Y33)*sd6);
91 - J(3,1) = (abs(V2)*abs(V1)*abs(Y21)*sd1) + (abs(V2)*abs(V3)*abs(Y23)*sd3);
92 - J(3,2) = -(abs(V2)*abs(V3)*abs(Y23)*sd3);
93 - J(3,3) = -(abs(V1)*abs(Y21)*sd7) - (2*abs(V2)*abs(Y22)*sd8) - (abs(V3)*abs(Y23)*sd9);
94 - J(3,4) = -(abs(V2)*abs(Y23)*sd9);

```

```
Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m*
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
: [Icons] - 1.0 + ÷ 1.1 x [Icons] [Icons] Stack: Base fx
94 - J(3,4) = -(abs(V2)*abs(Y23)*sd9);
95 - J(4,1) = -(abs(V3)*abs(V2)*abs(Y32)*sd5);
96 - J(4,2) = (abs(V3)*abs(V1)*abs(Y31)*sd4) + (abs(V3)*abs(V2)*abs(Y32)*sd5);
97 - J(4,3) = -(abs(V3)*abs(Y32)*sd11);
98 - J(4,4) = -(abs(V1)*abs(Y31)*sd10) - (abs(V2)*abs(Y32)*sd11) - (2*abs(V3)*abs(Y33)*sd12);
99 - % Sisa daya (Power residuals) :
100 - deltaP2 = real(S2) - P2;
101 - deltaP3 = real(S3) - P3;
102 - deltaQ2 = imag(S2) - Q2;
103 - deltaQ3 = imag(S3) - Q3;
104 - % Sisa daya (Power residuals) dalam bentuk matriks kolom :
105 - deltaS = [deltaP2; deltaP3; deltaQ2; deltaQ3];
106 - % Perhitungan harga tegangan dan sudut tegangan pada bus 2 dan 3:
107 - deltaX = J\deltaS;
108 - thau2 = thau2 + deltaX(1,1);
109 - thau3 = thau3 + deltaX(2,1);
110 - V2 = V2 + deltaX(3,1);
111 - E3 = (V3 + deltaX(4,1));
112 - % Tegangan dalam bentuk bilangan kompleks pada bus 2 dan 3 :
113 - Vkom2 = abs(V2)*(cos(thau2) + j*sin(thau2));
114 - Vkom3 = abs(E3)*(cos(thau3) + j*sin(thau3));
115 - % Arus pada saluran :
116 - I12 = y12*(V1 - Vkom2);
117 - I21 = -I12;
118 - I13 = y14*(V1 - Vkom3);
119 - I31 = -I13;
120 - I23 = y23*(Vkom2 - Vkom3);
121 - I32 = -I23;
122 - % Konjugat dari arus pada saluran :
123 - Ik12 = conj(I12);
124 - Ik21 = conj(I21);
125 - Ik13 = conj(I13);
new.m x Untitled2.m*
```

```
Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
- 1.0 + ÷ 1.1 x
125 - Ik13 = conj(I13);
126 - Ik31 = conj(I31);
127 - Ik23 = conj(I23);
128 - Ik32 = conj(I32);
129 - % Daya nyata dan daya reaktif pada bus 1 :
130 - P1 = (abs(V1^2)*abs(Y11)*sda) + (abs(V1)*abs(Vkom2)*abs(Y12)*sdb) + (abs(V1) *abs(Vkom3)*abs(Y13)*sdc);
131 - Q1 = -(abs(V1^2)*abs(Y11)*sdd) - (abs(V1)*abs(Vkom2)*abs(Y12)*sde) - (abs(V1)*abs(Vkom3)*abs(Y13)*sdf);
132 - % Daya kompleks pada bus 1 :
133 - S1 = P1+j*Q1;
134 - % aliran daya dalam bentuk bilangan kompleks pada saluran :
135 - S12 = V1*Ik12*100;
136 - S21 = Vkom2*Ik21*100;
137 - S13 = V1*Ik13*100;
138 - S31 = Vkom3*Ik31*100;
139 - S23 = Vkom2*Ik23*100;
140 - S32 = Vkom3*Ik32*100;
141 - % Rugi-rugi daya dalam bentuk bilangan kompleks pada saluran :
142 - SL12 = S12+S21;
143 - SL13 = S13+S31;
144 - SL23 = S23+S32;
145 - % Tegangan dalam sudut derajat:
146 - Vt1 = 180/pi*thau1;
147 - Vt2 = 180/pi*thau2;
148 - Vt3 = 180/pi*thau3;
149 - fprintf('Iterasi %i', iter)|
150 - disp(' ')
151 - disp('Tegangan dan sudut fase dalam p.u.')
152 - disp(['V1 = ', num2str(V1),' ', 'Sudut = ', num2str(Vt1)])
153 - disp(['V2 = ', num2str(V2),' ', 'Sudut = ', num2str(Vt2)])
154 - disp(['V3 = ', num2str(V3),' ', 'Sudut = ', num2str(Vt3)])
155 - disp('Daya Kompleks Bus 1 dalam p.u.')
156 - disp(['S1 = ', num2str(S1)])
157 - disp(['Rugi-rugi Daya dan Daya nyata dan Daya reaktif dalam bentuk bilangan kompleks pada saluran'])
```

```
Editor - D:\matlabasdar\Untitled2.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base fx
- 1.0 + ÷ 1.1 x
134 % aliran daya dalam bentuk bilangan kompleks pada saluran :
135 S12 = V1*Ik12*100;
136 S21 = Vkom2*Ik21*100;
137 S13 = V1*Ik13*100;
138 S31 = Vkom3*Ik31*100;
139 S23 = Vkom2*Ik23*100;
140 S32 = Vkom3*Ik32*100;
141 % Rugi-rugi daya dalam bentuk bilangan kompleks pada saluran :
142 SL12 = S12+S21;
143 SL13 = S13+S31;
144 SL23 = S23+S32;
145 % Tegangan dalam sudut derajat:
146 Vt1 = 180/pi*thau1;
147 Vt2 = 180/pi*thau2;
148 Vt3 = 180/pi*thau3;
149 fprintf('Iterasi %i', iter)
150 disp(' ')
151 disp('Tegangan dan sudut fase dalam p.u.')
152 disp(['V1 = ', num2str(V1), ' ', 'Sudut = ', num2str(Vt1)])
153 disp(['V2 = ', num2str(V2), ' ', 'Sudut = ', num2str(Vt2)])
154 disp(['V3 = ', num2str(V3), ' ', 'Sudut = ', num2str(Vt3)])
155 disp('Daya Kompleks Bus 1 dalam p.u.')
156 disp(['S1 = ', num2str(S1)])
157 disp('Aliran Daya dan Rugi-rugi Daya dalam satuan MW dan Mvar')
158 disp(['S12 = ', num2str(S12), ' ', 'S21 = ', num2str(S21)])
159 disp(['S13 = ', num2str(S13), ' ', 'S31 = ', num2str(S31)])
160 disp(['S23 = ', num2str(S23), ' ', 'S32 = ', num2str(S32)])
161 disp(['SL12 = ', num2str(SL12), ' ', 'SL13 = ', num2str(SL13), ' ', 'SL23 = ', num2str(SL23)])
162 disp(' ')
163 x = abs(E3 - V3);
164 V3 = E3;
165 end
new.m x Untitled2.m x
```