

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN SISTEM PADA GENERATOR SINKRON
MENGUNAKAN THYRISTOR CONTROLLER BRAKING RESISTOR**



Disusun oleh :
ANGGA ADITYA SAPUTRA
NIM : 1312911

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KESTABILAN SISTEM PADA GENERATOR SINKRON
MENGUNAKAN THYRISTOR CONTROLLER BRAKING RESISTOR**

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

Disusun Oleh :
ANGGA ADITYA SAPUTRA
NIM : 13.12.911

Diperiksa dan Disetujui

Pembimbing I



Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y.1030100371

Pembimbing II



Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT
NIP. P.1031400472

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358

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

2015

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ANGGA ADITYA SAPUTRA

NIM : 13.12.911

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, juli 2015

Yang membuat Pernyataan,



Angga Aditya Saputra

ABSTRAK

ANALISIS KESTABILAN SISTEM PADA GENERATOR SINKRON MENGUNAKAN *THYRISTOR CONTROLLER BRAKING RESISTOR* (TCBR)

Angga Aditya Saputra, NIM 1312911

ansaputra@thicss.co.id

Dosen Pembimbing : Ir. Ni Putu Agustini, MT dan Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT

Terdapat berbagai macam metode untuk meningkatkan stabilitas sistem tenaga listrik. Salah satunya adalah dengan menggunakan metode pengereman dinamis (dynamic braking). Generator sinkron sebagai distributed generator yang digerakkan oleh mesin diesel. Pada saat terjadi gangguan pada sistem, digunakan sebuah Thyristor Controlled Braking Resistor (TCBR) untuk meredam osilasi yang terjadi. Sistem yang akan dianalisis dinamika dan stabilitasnya adalah sistem pembangkit pada PT Gunung Bayan Pratama Coal. Dengan sistem ini diilustrasikan karakteristik dan keefektifan TCBR untuk meredam osilasi frekuensi rendah dan mencegah terjadinya ketidakstabilan transien sistem. Hasil analisis diperoleh bahwa dengan adanya penambahan Thyristor Controlled Braking Resistor (TCBR) maka respon transien sistem akan menjadi lebih baik. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan osilasi overshoot dengan Prosentase perbaikan stabilitas generator sinkron untuk Tegangan Generator 1.90%, Daya Mekanik Generator 88%, Speed Rotor Angle 2.85% dan percepatan waktu steady state dengan prosentase perbaikan untuk Tegangan Generator 50%, Daya Mekanik Generator 40% dan Speed Rotor Angle 50%. Dengan demikian sistem akan menuju kondisi stabil dengan lebih cepat setelah terjadi gangguan.

Kata Kunci— Sistem tenaga, mesin diesel, TCBR, dinamika dan stabilitas

2.5.	Dinamika Rotor Dan Persamaan Ayunan	13
2.6.	Persamaan Ayunan.....	14
2.7.	Kriteria Luas Sama.....	16
2.8.	<i>Thyristor Controller Braking Resistor</i>	17
2.8.1.	Perbaikan Stabilitas Peralihan Dengan Menggunakan Braking Resistor.....	18
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1.	Alur Penelitian	21
3.2.	<i>Software Simulink Matlab R2014b</i>	24
3.3.	Memulai <i>Software Simulink Matlab R2014b</i>	25
3.4.	Bahan dan Alat yang Diperlukan.....	27
3.5.	Tempat Penelitian	27
BAB IV	SIMULASI DAN ANALISIS HASIL	28
4.1.	Simulasi Dalam <i>Simulink Matlab R2014b</i>	28
4.1.1.	<i>Single Line</i> Diagram PT Gunung Bayan Pratama Coal.....	29
4.1.2.	Pemodelan Sistem PT Gunung Bayan Pratama Coal Dalam <i>Simulink Matlab R2014b</i>	30
4.1.3.	Pemodelan Generator Sinkron.....	31
4.1.4.	Pemodelan Mesin Diesel.....	32
4.1.5.	Pemodelan Beban pada <i>Simulink Matlab R2014b</i> ...	33
4.1.6.	Pemodelan <i>Thyristor Controller Braking Resistor</i> ...	34
4.1.7.	Data PLTD PT Gunung Bayan Pratama Coal.....	35
4.2.	Pemodelan <i>Single Line</i> PT Gunung Bayan Pratama Coal sebelum pemodelan <i>TCBR</i> dalam <i>Simulink</i>	36
4.2.1.	Hasil Grafik Simulasi sebelum Kompensasi <i>TCBR</i> pada $t = 4.0s$	37
4.3.	Pemodelan <i>Single Line</i> PT Gunung Bayan Pratama Coal sesudah pemodelan <i>TCBR</i> dalam <i>Simulink</i>	39
4.3.1.	Hasil Grafik Simulasi sesudah Kompensasi <i>TCBR</i> pada $t = 4.0s$	40

4.3.2. Hasil Perbandingan Simulasi sebelum dan sesudah Kompensasi <i>TCBR</i>	41
4.4. Perhitungan Nilai Ganggana saat sebelum Dan sesudah Kompensasi <i>TCBR</i> $t = 4.0s$	42
4.4.1. Hasil Perhitungan Presentasi Perbaikan Generator Sinkron dengan Kompensasi <i>TCBR</i>	43
BAB V PENUTUP	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Stabilitas Sistem Tenaga Listrik	6
Gambar 2.2	<i>Stator</i> Generator poros tegak.....	11
Gambar 2.3	<i>Rotor</i> Generator kutub menonjol poros tegak	12
Gambar 2.4	Dinamika perputaran mekanis pada pembangkit serempak..	14
Gambar 2.5	Kriteria sama luas pada kecepatan serempak.....	16
Gambar 2.6	Kriteria sama luas pada perubahan beban mendadak.....	17
Gambar 2.7	Diagram TCBR dan Unit kontrolnya.....	18
Gambar 2.8	Sistem tenaga listrik dengan <i>Braking Resistor</i>	19
Gambar 2.9	Kurva Karakteristik sudut daya dari sistem tenaga listrik dengan <i>braking resistor</i>	20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i>	23
Gambar 3.2	Tampilan utama <i>Software MATLAB R2014b</i>	25
Gambar 3.3	Tampilan library utama <i>Software MATLAB R2014b</i>	25
Gambar 3.4	Tampilan library utama <i>Software Simulink library MATLAB R2014b</i>	26
Gambar 3.5	Tampilan <i>library</i> utama <i>Software simulink MATLAB R2014b</i> 26.....	26
Gambar 3.6	Tampilan <i>Master library Simulink</i>	27
Gambar 4.1	<i>Single Line Diagram</i> PT Gunung Bayan Pratama Coal dept <i>Loading fasility overland conveyor Plant</i>	29
Gambar 4.2	Pemodelan <i>Single Line Diagram</i> PT Gunung Bayan Pratama Coal dept <i>Loading fasility overland conveyor Plant</i> dalam software <i>Simulink MATLAB R2014b</i>	30
Gambar 4.3	Pemodelan Generator Sinkron pada <i>Simulink MATLAB R2014b</i>	31
Gambar 4.4	Pemodelan Mesin Diesel dalam <i>Simulink</i>	32
Gambar 4.5	Pemodelan Beban dalam <i>Simulink</i>	33
Gambar 4.6	Pemodelan <i>Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)</i> dalam <i>Simulink</i>	34

Gambar 4.7	Pemodelan <i>Single Line</i> dan hasil grafik simulasi. PT Gunung Bayan Pratama Coal pada saat normal operasi dalam Simulink.....	36
Gambar 4.8	Grafik <i>Overshoot</i> saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$	37
Gambar 4.9	Grafik <i>Steady State</i> saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$	38
Gambar 4.10	Pemodelan Sistem Sesudah Kompensasi <i>TCBR</i>	39
Gambar 4.11	Grafik <i>Overshoot</i> saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$	40
Gambar 4.12	Grafik <i>Steady State</i> saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$	41

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kestabilan sistem tenaga listrik didefinisikan sebagai kemampuan dari sistem untuk kembali ke kondisi operasi normal ketika terjadi gangguan. Gangguan sistem dapat berupa gangguan hubung singkat, pelepasan beban besar dan penambahan beban besar. Kestabilan sistem dapat digolongkan menjadi tiga jenis tergantung pada sifat dan besarnya gangguan, salah satunya kestabilan peralihan (*transient Stability*)^[1]

Stabilitas transient merupakan perubahan variabel (tegangan, arus) yang berlangsung saat peralihan dari satu kondisi stabil ke kondisi stabil operasi baru yang dapat diterima sistem setelah mengalami gangguan besar yang diakibatkan adanya pemutusan saklar pada beban (*Switching*), yang akan menyebabkan terjadinya percepatan pada generator^[3]

Thyristor Controlled Braking Resistor yang dapat menjadi alternatif yang compact dan murah dari penggunaan *Mechanically Switched Braking Resistor* yang saat ini umum digunakan. Pemasangan braking resistor dekat unit pembangkit sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya percepatan pada generator setelah terjadinya pemutusan beban (*loss of load*).

Loading facility overland conveyor Plant merupakan salah satu departemen yang sangat penting dalam PT Gunung Bayan Pratama Coal. *Loading overland conveyor* merupakan susunan *conveyor* permanent yang digerakan oleh mesin - mesin listrik berkapasitas besar guna mendistribusikan batu bara yang sudah bersih dari *stock file* menuju dermaga. Gangguan yang sering terjadi pada departemen *Loading facility overland conveyor* yaitu pelepasan beban-beban yang besar akibat bekerjanya *safety limit switch* pada *rubber roller conveyor* guna menjaga *conveyor* tidak terlepas dari *bracket stand conveyor*.

Kestabilan sistem energi listrik pada departemen *Loading facility overland conveyor Plant* menjadi syarat utama agar sistem *Loading overland conveyor* tidak terhambat dan target perusahaan bisa tercapai. Kebutuhan daya listrik pada departemen *Loading facility overland conveyor Plant* di suplai sepenuhnya oleh

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Tenaga Listrik.

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

Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian sub sistem yaitu :

1. Sistem pembangkit : berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga sebagai prodaktor energi listrik.
2. Sistem Transmisi atau penyalur : berfungsi sebagai penyalur daya listrik dalam skala yang besar dari pembangkit ke bagian distribusi.
3. Sistem distribusi dan beban : Berfungsi sebagai distributor energi ke beban yang memerlukan energi tersebut.

2.2. Pengertian Stabilitas Sistem Tenaga Listrik.

Suatu Sistem tenaga listrik pada dasarnya merupakan komponen-komponen tenaga listrik yang saling terkoneksi membntuk suatu bagian sehingga kerja komponen satu sama komponen yang lain saling mempengaruhi kestabilan sistem. Komponen-komponen tersebut terdiri dari empat bagian yaitu : pembangkit/generator, transmisi, distribusi dan beban. Dalam suatu sistem tenaga listrik yang baik harus dapat memenuhi 3 persyaratan utama dalam pengoperasiannya, yaitu : *reliability*, *quality* dan *stability*. *Reliability* adalah kemampuan sistem untuk menyalurkan daya atau energi secara terus menerus. *Quality* Adalah kemampuan sistem tenaga listrik untuk menghasilkan besaran – besaran standart yang ditetapkan untuk tegangan dan frekuensi. *Stability* menurut pengertiannya adalah kemampuan alat untuk kembali kepada kondisi normal apabila terjadi gangguan. Gangguan-gangguan tersebut dapat berupa gangguan besar maupun gangguan kecil dimana rentang waktu dari gangguna-gangguanitu bervariasi, ada yang berlangsung lama dan adapula yang berlangsung seketika.

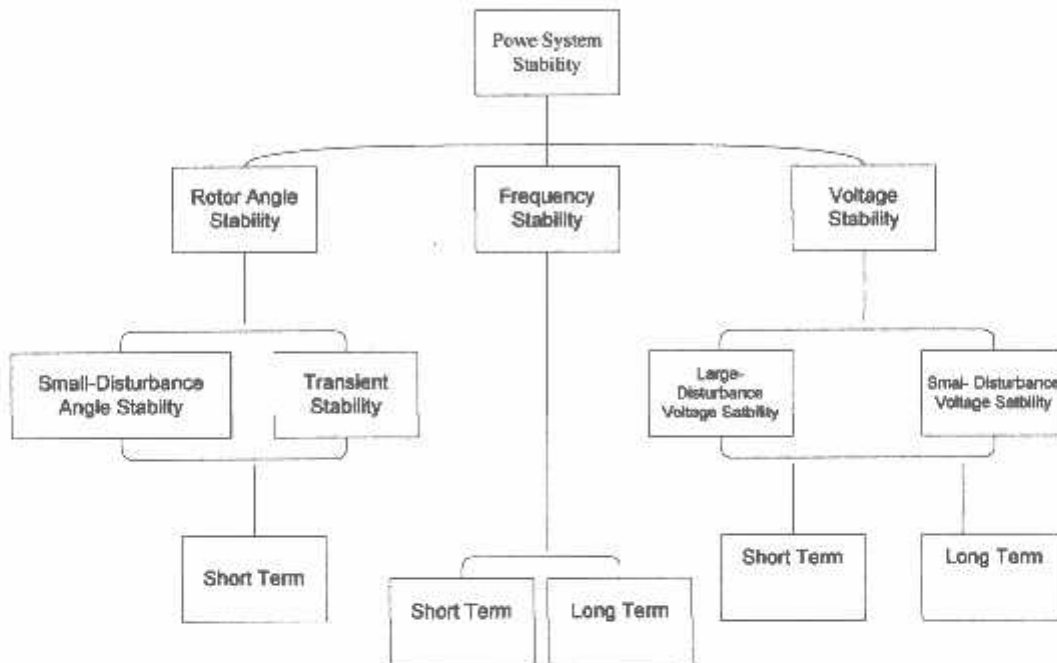
Dari ketiga persyaratan tersebut stabilitas merupakan syarat yang paling penting karena jika stabilitas sistem tidak bisa terjaga maka akan mempengaruhi reliabilitas dan kuantitas dari siste secara keseluruhan. Hal Ini dapat terjadi karena jika masalah stabilitas sistem tersebut tidak dapat di tanggulasi maka mempengaruhi reliabilitas dan kualitas dari sistem secara keseluruha. Hal ini dapat terjadi karena jika masalah stabilitas sistem tersebut tidak dapat teratasi maka besaran-besaran listrik yang dihasilkan akan berubah dan mempengaruhi kualitas, bahkan dampak yang paling buruk dari perubahan besaran-besaran listrik tersebut adalah beralihnya fungsi pembangkit menjadi motor-motor listrik. Selain itu, penggaruh stabilitas terhadap reliabilitas sistem adalah hilangnya sinkronisasi atau keserempakan dari generator sehingga sistem tidak dapat menyuplai daya seperti seharusnya

Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan karateristik sistem tenaga yang dapat memungkinkan mesin bergerak serempak dalam sistem operasi normal dan dapat kembali ke kondisi normal setelah terjadi gangguan. Secara umum permasalahan stabilitas sistem tenaga listrik terkait dengan kestabilan sudut rotor (*rotor angle stability*) dan kestabilan tegangan (*voltage stability*). Klasifikasi ini berdasarkan rentang waktu dan mekanisme terjadinya ketidakstabilan. Kestabilan sudut roto di klasifikasikan menjadi *small signal stability* dan *transient stability*. *Small signal stability* adalah kestabilan sistem untuk gangguna-gangguan kecil dalam bentuk osilasi elektromekanik yang tak teredam, sedangkan *transient stability* terjadi dikarenakan kuran sinkronnya torsi pada sudur rotor yang diakibatkan gangguan-gangguan besar.

Suatu sistem dikatakan memiliki stabilitas yang baik jika terkena gangguan sistem akan dapat kembali ke keadaan titik seimbangya dalam kondisi tertentu, dan bila stabilitas dari sistem tersebut tidak baik maka setelah terjadi gangguan sistem tersebut tidak dapat kembali ke titik normalnya.

Analisa Kestabilan biasanya digolongkan kedalam tiga jenis, tergantung pada sifat dan besarnya gangguan yaitu :

1. Kestabilan Tunak (*Steady state Stability*)
2. Kestabilan Dinamis (*Dynamic Stability*)
3. Kestabilan Peralihan (*Transient Stability*)



Gambar 2.1. Klasifikasi Stabilitas Sistem Tenaga Listrik.

2.2.1. Kestabilan Tunak

Stabilitas tunak dapat didefinisikan sebagai kemampuan sistem tenaga listrik untuk menerima perubahan-perubahan kecil yang bersifat gradual, yang terjadi di sekitar titik keseimbangan pada saat kondisi tunak. Stabilitas tunak tergantung pada karakteristik-karakteristik komponen-komponen dasar sistem seperti :

- 1) Sistem dari mesin
- 2) Interkoneksi yang lemah antara banyak mesin
- 3) Kontrol otomatis yang ada pada sistem
- 4) Komponen yang bergerak dari turbine

Dalam analisa stabilitas tunak, digunakan model pembangkit yang sangat sederhana yaitu sebagai sumber tegangan biasa, karena analisa stabilitas tuak hanya menyangkut perubahan-perubahan kecil di sekitar titik keseimbangan sehingga ruang lingkupnya tidak begitu luas.

2.2.2. Kestabilan Dinamis

Kestabilan dinamis dapat didefinisikan sebagai Kemampuan sistem tenaga listrik untuk kembali ke titik keseimbangan setelah timbul gangguan yang relatif kecil secara tiba – tiba dalam beberapa waktu setelah gangguan, governor pada *prime mover* akan bereaksi untuk menaikkan dan menurunkan energi input, sesuai kondisi yang terjadi, untuk mengembalikan keseimbangan antara energi input dan beban elektrik yang ada. Hal ini biasanya terjadi sekitar satu hingga setengah detik setelah terjadinya gangguan. Periode ketika governor mulai bereaksi dan waktu ketika kestabilan mencapai kondisi *steady state* adalah periode ketika karakteristik kestabilan dinamik mulai efektif.

Kondisi yang secara *transient* stabil tetapi secara dinamik tidak stabil bisa saja terjadi. Segera setelah gangguan rotor yang terjadi pada mesin akan melalui ayunan pertama (sebelum governor bekerja), kemudian setelah kontrol mulai bekerja, osilasi akan meningkat sampai mesin tidak berada pada kondisi sinkron. Hal ini dapat terjadi bila aksi kontrol governor, yang terjadi akibat adanya kebutuhan untuk menaikkan atau menurunkan daya input, terjadi penundaan waktu sehingga aksi tersebut akan menambah ayunan berikutnya bukannya mengurangi.

2.2.3. Kestabilan Peralihan

Kestabilan Peralihan adalah kemampuan suatu sistem tenaga listrik untuk mencapai titik daya keseimbangan mula-mula (sebelum terjadinya gangguan). Setelah terjadinya suatu gangguan yang memungkinkan sistem kehilangan kestabilan karna gangguan yang terjadi sangat besar diatas kemampuan mesin dan sistem untuk memberikan reaksinya. Gangguan-gangguan besar tersebut berupa :

1. Hubung singkat pada jaringan transmisi.
 2. Hilangnya pembangkit atau beban yang besar dari sistem tenaga listrik
 3. Putusnya hubungan antara dua buah subsistem dalam sistem tenaga listrik.
-

Perubahan-perubahan yang terjadi pada sistem tersebut memberikan pengaruh besar dalam masalah menjaga pembangkit-pembangkit dalam sistem tetap tersinkronisasi. Analisa stabilitas peralihan melihat pada detik-detik pertama atau bahkan siklus-siklus pertama dari daya dan sudut daya setelah mengalami gangguan. Bila dalam waktu yang singkat gangguan tersebut dapat teratasi dan pembangkit-pembangkit dapat mempertahankan sinkronisasinya, maka dikatakan sistem tersebut stabil transient.

Analisa dari stabilitas peralihan dilakukan pada beberapa detik pertama (*first swing*), karena stabilitas pada sistem sangat ditentukan dari kondisi awal tersebut. *Objektif*-nya adalah bagaimana sifat dari generator dan beban pada saat terjadinya gangguan besar dan kembali pada kecepatan sinkron yang konstan.

2.3. Perbaikan Respon Stabilitas Transien sistem

Persoalan stabilitas sangatlah bergantung pada kemampuan sistem dalam mempertahankan kondisi tegangan mantap pada seluruh bus, baik dalam keadaan normal maupun saat keadaan abnormal. Suatu sistem dapat dikatakan dalam kondisi tegangan yang tidak stabil, bila terjadinya perubahan pada sistem diluar prakiraan (Yu,1983). Usaha – usaha yang dilakukan untuk memperbaiki respon stabilitas transien sistem tenaga listrik antara lain :

2.3.1. Pengaturan Eksitasi

Peningkatan osilasi sistem ditanggulangi dengan memperbaiki sistem peredaman melalui pemakaian sinyal tambahan yang masuk ke eksiter generator. Pada saat ayunan pertama (*first swing*) dalam 0,5 detik atau kurang, generator tidak akan kehilangan sinkronisasi akibat kenaikan sudut rotornya. Dengan memaksa eksitasi pada batas tertingginya, tegangan terminal generator dipertahankan daya keluaran generator, mengurangi torsi dan mengurangi ayunan pertama.

2.3.2. *Fast valving*

Salah satu metode pengurangan ayunan pada generator adalah dengan mengurangi energi mekanis yang dihasilkan oleh turbin selama terjadi gangguan. Energi transien yang berlebihan ini akan dikurangi sehingga menghasilkan ayunan yang lebih kecil dengan kemungkinan yang lebih kecil terjadi kehilangan sinkronisasi. Metode ini dikenal dengan *fast valving* yang berkaitan dengan pengoperasian katup uap dalam waktu yang sangat singkat.

2.3.3. Kompensasi Seri

Daya listrik P_e yang disalurkan oleh transmisi di berikan oleh :

$$P_e = \frac{E V}{X} \sin \delta \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

E : Tegangan internal generator

V : Tegangan sisi penerima

X : Reaktansi seri total

Bila dianggap E dan V dipertahankan konstan, dan X diubah – ubah, maka daya yang disalurkan berbanding terbalik dengan X . Nilai X yang lebih rendah berarti amplitudo sudut daya menjadi lebih tinggi. Dengan demikian untuk daya awal tertentu, sudut δ akan menjadi lebih kecil dan kesanggupan saluran yang terganggu untuk mengubah energi kinetik transien yang besar (yang disebabkan oleh gangguan) menjadi energi potensial akan menjadi lebih besar. Jadi ayunan rotor pada generator akan menjadi lebih kecil dan kemampuannya untuk tetap sinkron dengan sistem yang lain menjadi lebih besar. Alasan yang sama menunjukkan bahwa nilai X yang lebih besar akan mempunyai efek yang berlawanan pada stabilitas transien generator.

2.3.4. Metode *Braking Resistor*

Pengurangan Energi yang berlebihan selama transien dengan menggunakan *braking resistor* yang digunakan pada situasi dimana daya yang besar disalurkan melalui saluran yang jumlahnya terbatas. Kehilangan sebagian dari saluran mungkin akan mendorong terjadinya ketidak seimbangan energi yang

serius yang akan mengakibatkan ayunan generator yang sangat besar dan kehilangan sinkronisasi. Pada bagian awal transein, generator dibebani dengan resistor, yang berlaku sebagai beban pengganti beban sistem. Kelebihan energi akan dikurangi, sehingga menghasilkan ayunan generator yang lebih kecil. Untuk menurunkan besaran, *braking resistor* digunakan untuk waktu yang sangat singkat dalam orde beberapa detik. Untuk mengaturnya dapat menggunakan *thyristor* yang dikenal dengan *Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)*.

2.4. Generator

Salah satu bagian besar dari sistem tenaga listrik adalah stasiun pembangkit tenaga listrik. Stasiun pembangkit tenaga listrik tersebut dapat berupa generator yang digerakkan dengan tenaga gas, tenaga air, tenaga diesel dan lain sebagainya. Pokok utama dalam pengadaan sistem tenaga listrik adalah bagian dari pembangkitnya atau dalam hal ini generatornya. Apabila suatu sistem pembangkit terganggu, maka seluruh sistem tenaga listrik akan terhenti pengoperasiannya.

2.4.1. Generator Sinkron

Generator serempak (sinkron) adalah suatu penghasil tenaga listrik dengan landasan hukum Faraday. Jika pada sekeliling penghantar terjadi perubahan medan magnet, maka pada penghantar tersebut akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik (GGL) yang sifatnya menentang perubahan medan tersebut.

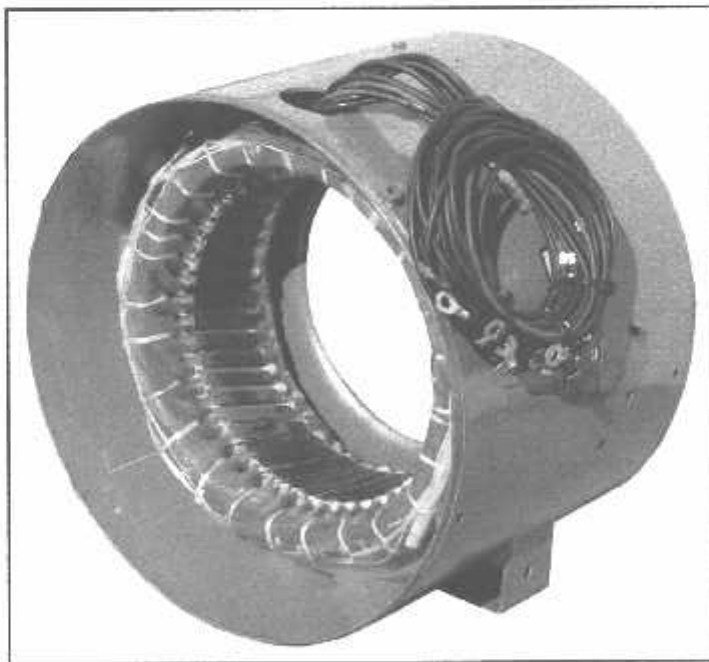
2.4.2. Kontruksi Generator Sinkron

Kontruksi generator arus bolak-balik mempunyai kumparan jangkar pada statornya dan kumparan pada medan pada rotor. Kumparan jangkar generator pada prinsipnya sama dengan kumparan jangkar pada motor induksi, sedangkan kumparan medan generator sinkron berbentuk kutub sepatu atau dengan celah udara sama rata (*rotor cylinder*) kontruksi medan yang berputar dan jangkar yang diam (*stator*) menyederhanakan masalah isolasi generator arus bolak-balik, karena tegangan yang biasanya dibangkitkan adalah setinggi mungkin, maka tegangan tinggi ini tidak mungkin dikeluarkan melalui cincin geser tetapi dapat dikeluarkan langsung ke peralatan penghubung dan pembagi melalui kawat berisolasi dari belitan jangkar yang diam (*stator*). Kontruksi ini juga mempunyai keuntungan

mekanis, yaitu getaran belitan jangkar bisa teredam. Medan yang berputar dicatu dengan arus searah yang diberikan melalui sekat cincin geser (*slip ring*) atau melalui hubungan kabel langsung antara medan dan penyearah yang berputar jika digunakan sistem eksitasi tanpa sikat. (Arismunandar, 1997 : 132).

2.4.3. *Stator*

Stator adalah bagian dari generator sinkron yang tidak bergerak dan terdiri dari kumparan jangkar, kumparan ini terbuat dari biji baja silikon dan dilapisi dengan kertas prespan dan asbes. Pada keliling bagian dalam *stator* terdapat alur-alur dimana untuk tempat memasukan kumparan jangkar tersebut untuk pembatas diantara alur-alur tersebut dipakai lempengan baja buatan. Alur-alur berfungsi sebagai menghikat gulungan jangkar yang mana strukturnya ditahan dalam sebuah gander yang bahannya dari besi tuang dan baja. Jadi fungsi dari *stator* adalah sebagai tempat belitan/kumparan jangkar yaitu bagian yang menghasilkan Gaya Gerak Listrik (GGL) pada generator sinkron. Pada *stator* ini terdapat belitan kawat tembaga berisolasi yang ditempatkan pada alur yang akan menghasilkan tegangan tiga fasa, dimana perbedaan sudut adalah 120° belitan tiga fasa ini dihubungkan bintang (Y) dengan titik nol dihubungkan ke elektroda pentanahan (Theodore Wildi, 1993 : 134).

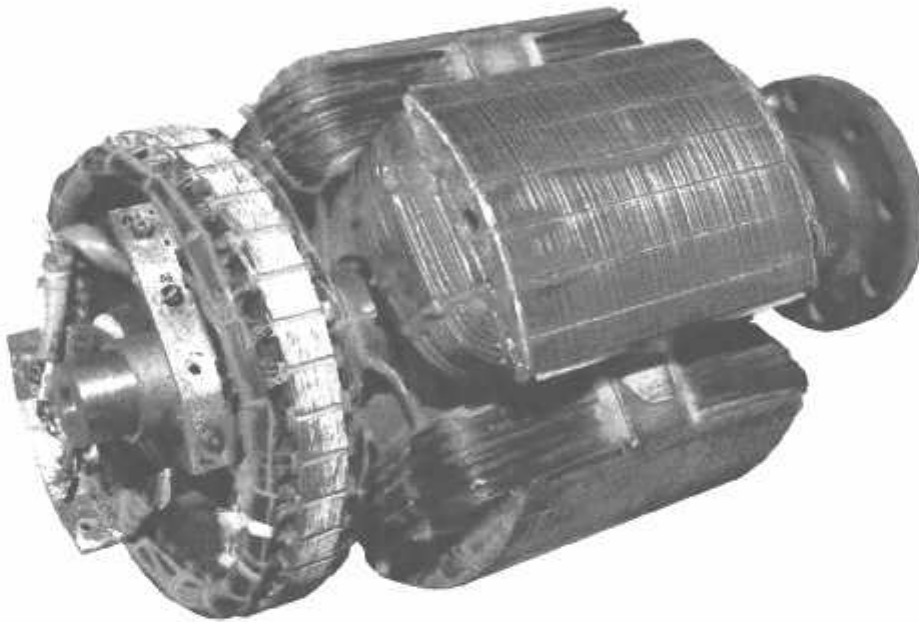


Gambar 2.2. *Stator* Generator poros tegak

2.4.4. Rotor

Rotor adalah bagian dari generator yang berputar. Pada *rotor* terdapat kumparan medan yang berbentuk: kutub sepatu (*salient*), atau celah udara sama rata (*rotor Cylinder*). *Rotor* kutub sepatu atau kutub menonjol digunakan pada generator yang mempunyai kecepatan rendah. Kutub ini dibuat dari lapisan baja tipis yang diikat bersama dan dipasang pada rotor pada permukaan kutub biasanya dilengkapi dengan alur untuk belitan tambahan yang fungsinya mencegah *hunting* ketika beban turun dengan mendadak. Pemakaian generator kutub menonjol yaitu:

- 1) Berdiameter yang besar dengan panjang poros sedang.
- 2) Dipergunakan pada generator dengan penggerak turbin air atau diesel.



Gambar 2.3. Rotor Generator kutub menonjol poros tegak

Rotor cylinder digunakan pada generator yang mempunyai kecepatan tinggi, seperti pada turbin uap sebagai penggerak pemula, maka rotor dibuat dengan diameter yang kecil dengan poros yang panjang, sehingga umumnya rotor ini hanya mempunyai dua atau empat kutub. Pada rotor kutub cylinder sebagai berikut :

- 1) Mempunyai diameter kecil dan poros yang panjang
- 2) Kecepatan speed antara 1000 rpm hingga 3000 rpm.

2.4.5. Prinsip Kerja Generator Sinkron

Adapun prinsip kerja dari generator sinkron secara umum adalah sebagai berikut :

1. Kumparan medan yang terdapat pada rotor dihubungkan dengan sumber eksitasi tertentu yang akan menyuplai arus searah terhadap kumparan medan. Dengan adanya arus searah yang mengalir melalui kumparan medan maka akan menimbulkan fluks yang sebenarnya terhadap waktu adalah tetap
2. Penggerak mula (*Prime Mover*) yang sudah terkopel dengan rotor segera dioperasikan sehingga rotor akan berputar pada kecepatan nominalnya
3. Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan. Medan putar yang dihasilkan pada rotor, akan diinduksikan pada kumparan jangkar sehingga pada kumparan jangkar yang terletak di stator akan dihasilkan fluks magnetik yang berubah – ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl induksi pada ujung – ujung kumparan tersebut, hal tersebut sesuai dengan persamaan 2.

$$e = - N \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots (2.2)$$

2.5. Dinamika Rotor Dan Persamaan Ayunan

Persamaan yang mengatur gerakan rotor suatu mesin serempak didasarkan pada prinsip dasar dinamika yang menyatakan bahwa momen putar percepatan (*accelerating torque*) adalah hasil kali dari momen-momen kelembaman (*moment of inertia*) rotor dan percepatan sudutnya. Dalam sistem unit-unit MKS dan untuk generator serempak, persamaan ini dapat ditulis dalam bentuk:

$$J \cdot \frac{d^2 \theta_m}{dt^2} = T_m - T_e = T_a \dots\dots\dots (2.3)$$

Simbol-simbol di atas mempunyai arti sebagai berikut:

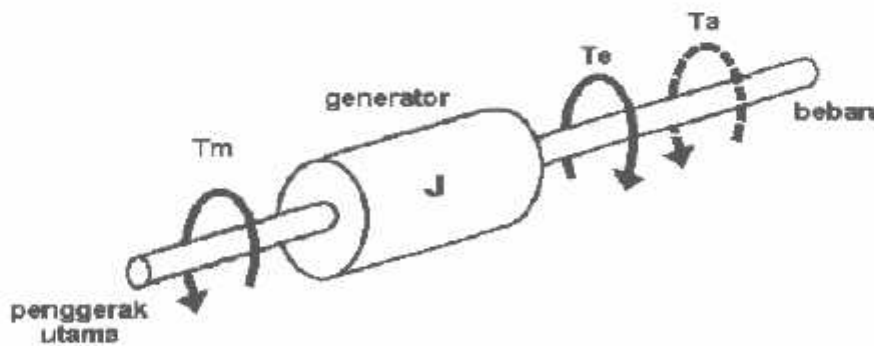
- J = Momen inersia dari rotor (Kgm).
 θ_m = Pergeseran sudut dari rotor terhadap suatu sumbu yang diam (stationary), dalam radian mekanis.
 t = Waktu (detik).

- T_n = Momen putar percepatan bersih (N_m)
 T_m = Torsi mekanis dari *Prime Mover* (N_m)
 T_e = Torsi elektromagnetik (N_m)

Momen putar mekanis T_m dan momen putar listrik 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 ω_m yang positif. 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 .

2.6. Persamaan Ayunan

Pada Gambar 2.10 diperlihatkan sebuah generator. Pada generator ini terlihat bahwa generator memperoleh energi mekanik P_m pada torsi T_m dan kecepatan ω_m dari prime mover. Generator memberikan tenaga listrik P_e ke sistem tenaga listrik melalui bus bar, Generator membangkitkan torsi elektro mekanik T_e sebagai tandingan dari T_m .



Gambar 2.4 Dinamika perputaran mekanis pada pembangkit serempak

Diamsusikan bahwa torsi ventilasi dan gesekan ditiadakan, torsi akselerasi tang brlaku pada rotor diberikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$T_a = T_m - T_e \dots\dots\dots(2.4)$$

Mengalikan torsi diatas dengan kecepatan sudut rotor ω_m pada kedua sisi, persamaan diatas dapat ditulis kembali pada oersamaan daya :

$$P_a = P_m - P_e \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

$P_a = T_a \omega_m$; daya yang ditimbulkan oleh akselerasi.

$P_m = T_m \omega_m$; daya mekanis input.

$P_e = T_e \omega_m$; daya output elektrik dengan asumsi *power losses* diabaikan.

Pada keadaan *steady-state* saat kecepatan sinkron $P_m = P_e$ dengan demikian $P_a = 0$. Ketika P_m atau P_e kestabilannya terganggu, maka putaran mesin menjadi dinamik yang dinyayakan oleh persamaan :

$$P_a = T_a \cdot \omega = I \cdot \alpha \cdot \omega = M \cdot \frac{d^2 \theta}{dt^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana $\alpha = \frac{d^2 \theta}{dt^2}$ adalah percepatan sudut dari rotor dalam derajat listrik perdetik².

Semenjak posisi sudut θ dari rotor terus bertambah seiring dengan bertambahnya waktu, maka akan lebih mudah untuk mengatur posisi sudut dan kecepatan dengan berpedoman pada suatu sumbu yang berputar dengan kecepatan serempak. Karena itu dapat didefinisikan :

$$\delta = \theta - \omega_0 \cdot t \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan :

ω_0 = kecepatan sinkron dalam derajat listrik perdetik

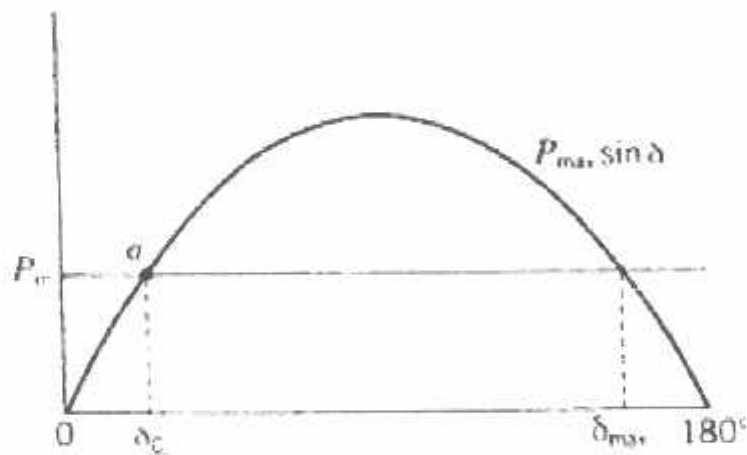
δ = pergeseran sudut rotor dalam radian mekanis, dari sumbu perdoman yang berputar dengan kecepatan serempak

2.7. Kriteria Luas Sama (Equal Area Criterion)

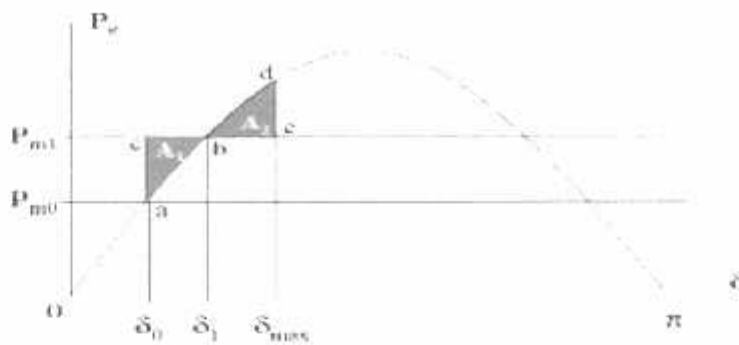
Studi stabilitas transient meliputi penentuan tercapainya atau tidaknya keserempakan setelah mesin mengalami gangguan. Ganggana tersebut dapat berupa pelepasan beban yang besar secara tiba-tiba, penambahan beban yang besar tiba-tiba ataupun gangguan yang. Keadaan-keadaan fisik sebelum, selama dan sesudah terjadinya gangguan dapat dimengerti dengan menganalisis lengkungan-lengkungan sudut daya dalam gambar 2... Ini hanya dapat dicapai dengan suatu peningkatan kecepatan yang dihasilkan dari daya percepatan P_m yang konstan. Mesin bekerja pada titik seimbang δ_0 . Pada titik ini daya input mekanik $P_{m0} = P_{e0}$ seperti ditunjukkan pada gambar 2... Penambahan daya input secara tiba-tiba yang dinyatakan oleh garis horizontal P_{m1} . Dengan $P_{m1} > P_{e0}$, daya percepatan pada rotor adalah positif dan sudut daya δ bertambah.

Kelebihan energi yang tersimpan pada rotor selama percepatan awal adalah :

$$\int_{\delta_0}^{\delta} (P_m - P_e) d\delta = \text{luas abc} = \text{luas } A_1 \dots \dots \dots (2.8)$$



Gambar 2.5. Kriteria sama luas pada kecepatan serempak



Gambar 2.6. Kriteria sama luas pada perubahan beban mendadak

Dengan penambahan δ , daya listrik bertambah, dan pada saat $\delta = \delta_1$ makadata input yang baru adalah P_{m1} . Walaupun daya [ercepatan adalah nol pada titik ini, rotor berputar diatas kecepatan serempak. Oleh karena itu sudut daya δ dan data listrik P_e bertambah secara kontiyu.

Sekarang $P_m < P_e$ yang menyebabkan motor diperlambat kearah kecepatan serempak hingga $\delta = \delta_{mak}$, maka kelebihan energi yang tersimpan pada rotor selama perlambatan adalah sebagai berikut :

$$\int_{\delta_1}^{\delta_{mak}} P_m - P_e) d \delta = \text{luas abc} = \text{luas } A_2 \dots\dots\dots(2.9)$$

Dari persamaan (2) dan (3) didapat suatu hubungan :

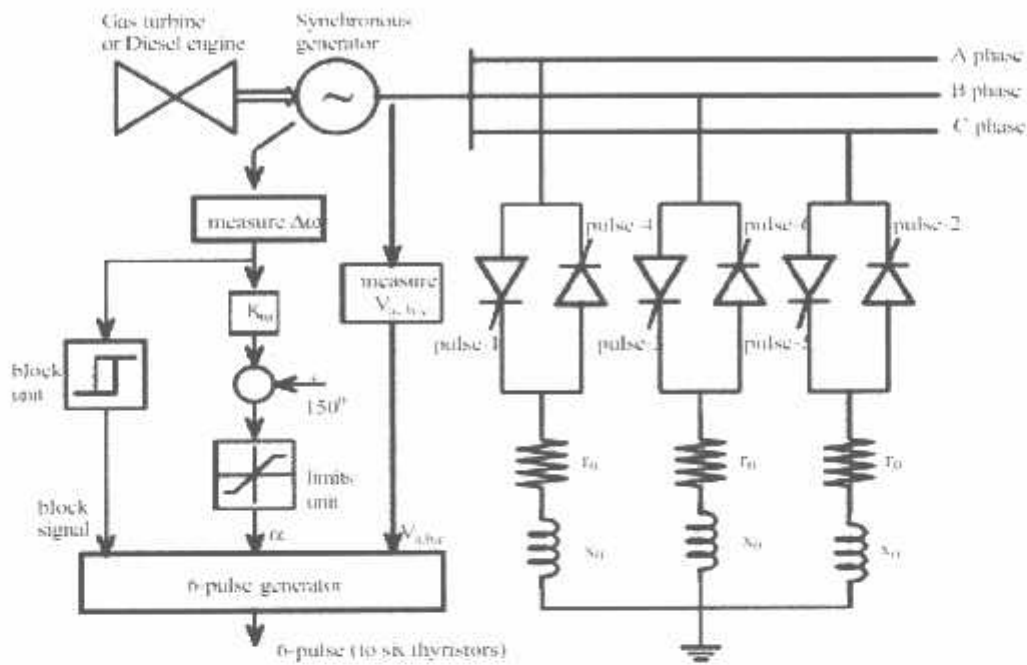
$$|\text{luas } A_1| = |\text{luas } A_2| \dots\dots\dots(2.10)$$

2.8. Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)

Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR) merupakan *braking resistor* yang elemen pengontrolnya berupa dua *thyristor* yang dipasang saling berlawanan secara paralel, yang memungkinkan penghantaran bolak – balik. Sebab kalau Cuma satu *thyristor* saja, maka keluarannya akan bersifat searah. Tujuan pemakaian *TCBR* adalah untuk meredam osilasi bila sistem mengalami gangguan. Hal ini dilakukan dengan pengontrolan sudut pulsa (α) pada gerbang *thyristor*, yang berarti mengatur besar kecilnya arus yang mengalir pada resistor.

Apabila beban yang hilang karena gangguan kecil maka sudut penyulutan *thyristor* akan diperbesar sehingga arus yang mengalir akan lebih kecil sehingga daya aktif yang diserap oleh *TCBR* akan di perkecil dan digunakan sistem untuk menggantikan kebutuhan daya aktifnya. Bila beban Yang hilang akibat gangguan

adalah besar, maka terjadi kelebihan daya aktif dari suplai, untuk itulah sudut penyulutan *thyristor* pada *TCBR* diperkecil, sehingga arus yang mengalir pada *TCBR* akan besar.



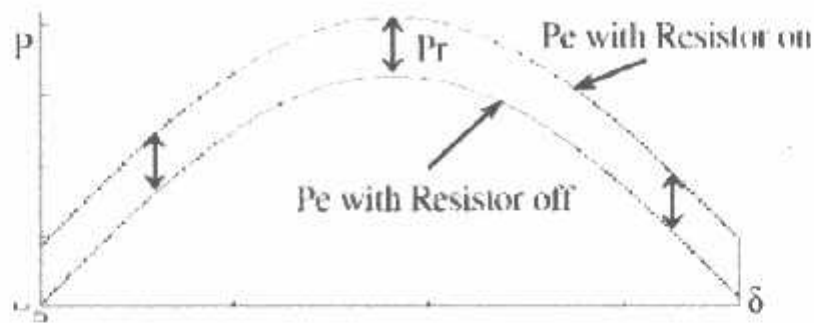
Gambar 2.7. Diagram *TCBR* dan Unit kontrolnya

2.8.1. Perbaikan Stabilitas Peralihan dengan Menggunakan *Braking Resistor*

Metode pengereman dinamis (*Dynamic Braking*) Menggunakan konsep memberikan beban listrik buatan selama terjadinya gangguan peralihan untuk menyerap energi transien berlebih dari generator yang pada akhirnya mengurangi percepatan rotor. Salah satu bentuk dari penggunaan metode pengereman dinamis ada *Braking resistor*.

Braking resistor adalah beban resistif yang di tempatkan di dekat pembangkit. Beban resistif ini berfungsi untuk menggantikan beban yang hilang pada saat gangguan *braking resistor* diberikan pada generator melalui pemutus tenaga yang diatur oleh sistem kontrol.

Skema yang ada dibawah ini merupakan diagram *braking resistor*



Gambar. 2.9. Kurva Karakteristik sudut daya dari sistem tenaga listrik dengan *braking resistor*

Untuk sistem diatas, tujuan dasar dari pendekatan sama luas adalah untuk mengurangi semua energi kinetik pada mesin yang terganggu dengan menggunakan *braking resistor*. Tujuan ini dapat di peroleh dengan memperkecil semua luas daerah akselerasi A1 pada gambar 2.6, yang dapat dilakukan dengan mengendalikan *braking resistor* untuk memperbaiki kurva sudut daya dari mesin yang terganggu . Dari Kriteria sama luas, jika daerah A1 diperkecil, maka daerah A2 akan turut mengecil juga. Sebagai dampak ayunan sudut daya sistem dan osilasinya dapat diredam.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini mulai dari studi literatur, baik dari jurnal, buku referensi sistem kestabilan tenaga listrik, pustaka dan konsultasi pada dosen bidang keahlian. Identifikasi masalah pada sistem daya mengenai penyebab-penyebab yang dapat menimbulkan terjadinya stabilitas transien. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Metode *Observasi*, yaitu pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung pada PT Gunung Bayan Pratama Coal dept *Loading facility overland conveyor Plant* di Kamp Baru Kabupaten kutai barat Kalimantan Timur .
2. Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan melakukan *interview* atau tanya jawab secara langsung terhadap karyawan PT Gunung Bayan Pratama Coal. Dept *Loading facility overland conveyor Plant* di Kamp Baru Kabupaten kutai barat Kalimantan Timur.

Data-data yang diperoleh dalam berdasarakan survie langsung ke lokasi penelitian. Data-data tersebut antara lain adalah :

1. Data Pembangkit dengan kapasitas 200 kVA, tahanan output generator 380-400 volt dan Frekuensi generator 50Hz.
2. Data saluran
3. Data Beban Total beban sebesar 1.427 kW
4. Jenis-jenis gangguan yang sering terjadi pada sistem *Loading facility overland conveyor*.

Melakukan pemodelan dan simulasi sistem dengan menggunakan *Simulink MATLAB R2014b*. *Matlab* adalah interaktif program untuk komputasi numerik dan visualisasi data, program ini digunakan oleh control enginer untuk mendesain dan menganalisis. Didalam Matlab

terdapat banyak Toolbox. Pada eksperimen ini Control System Toolbox akan banyak digunakan. Seluruh data didalam Matlab disimpan dalam

bentuk vector atau matriks. Untuk membentuk Matriks data digunakan tanda [] sedangkan pemisah baris dari matriks digunakan tanda ; dan untuk pemisah elemen antar kolom digunakan spasi. Simulink adalah graphical extension MATlab untuk memodelkan dan mensimulasikan sebuah system. Dalam Simulink, sistem digambarkan sebagai sebuah block diagram, diantaranya transfer function, summing junction, didalamnya terdapat pula virtual input dan output device seperti function generator dan oscilloscope. Sedangkan pada simulink, data/informasi dari berbagai block dikirim ke block lainnya dihubungkan dengan garis. Memasukan Parameter-parameter data yang di peroleh saat studi lapangan data yang di input sebagai berikut :

- Data Generator
- Data Saluran
- Data Beban
- Data Gangguan pelepasan Beban besar

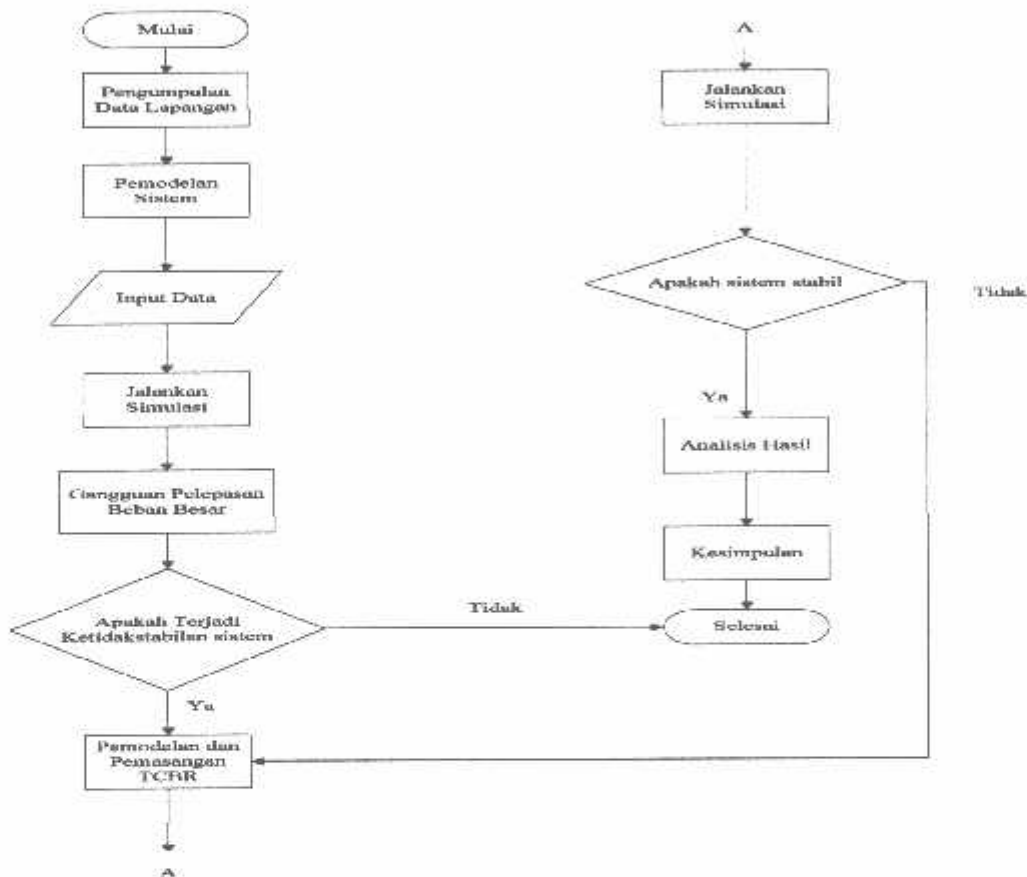
Running simulasi dilakukan agar bisa melihat kinerja dari sistem yang telah di modelkan dalam *Simulink MATLAB R2014b*. tidak ada mengalami error dan melihat kestabilan sistem saat belum diberikannya sebuah gangguan.

Gangguan yang diberikan berdasarkan gangguan yang terjadi di lapangan yaitu dengan bekerjanya *safety limit switch* pada *rubber roller conveyor* guna menjaga *conveyor* tidak terlepas dari *bracket stand conveyor*. Pada saat bekerjanya *safety limit switch* maka sistem pada *conveyor* akan mati total yang menyebabkan pelepasan beban besar berupa motor-motor listrik dan melihat kestabilan sistem pada saat terjadinya pelepasan beban apakah sistem stabil atau tidak stabil.

Melakukan pemodelan *Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)* untuk menentukan besaran dan lokasi pemasangan yang tepat yang akan digunakan untuk menggantikan sementara beban besar yang hilang yang diakibatkan ngangguan guna melindungi sistem dari ketidak stabilan sistem. Setelah melakukan pemodelan *Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)* pada sistem. Maka sistem akan running simulasi lagi dengan memberikan gangguan berupa pelepasan beban besar. Dengan sudah dimodelkannya TCBR

pada sistem apakah sistem sudah stabil apabila sistem sudah stabil maka akan menganalisa hasil yang telah di modelkan pada sistem.

Hasil dari simulasi berupa Tenggangan Generator, Daya mekanik pada prime mover, speed pada generator sinkron maka hasil sebelum dan sesudah pemasangan *Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)* yang akan dibandingkan apabila hasil simulasi terdapat hasil yang sesuai maka dapat dilakukan analisis hasil dan penarikan kesimpulan. Diagram alir metodologi penelitian dapat di lihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1. *Flowchart* analisis stabilitas Generator Sinkron menggunakan TCBR.

3.2. *Software Simulink MATLAB R2014b*

Matlab merupakan suatu interaktif program untuk komputasi numerik dan visualisasi data, program ini digunakan oleh control engineer untuk mendesain dan menganalisis. Didalam Matlab terdapat banyak Toolbox. Pada eksperimen ini *Control system Toolbox* akan banyak digunakan. Seluruh data dalam Matlab disimpan dalam bentuk vector atau matriks. Untuk membentuk Matriks data digunakan tanda [] sedangkan pemisah baris dari matriks digunakan ; dan untuk pemisah elemen antar kolom digunakan Spasi

Simulink adalah grafical extension Matlab untuk memodelkan dan mensimulasikan sebuah sistem. Dalam Simulink, sistem digambarkan sebagai sebuah block diagram, diantaranya *transfer function*, *summing junction*, didalamnya terdapat pula virtual input dan output device seperti *function generator* dan *oscilloscope*. Sedangkan pada simulink data atau informasi dari berbagai block dikirim ke block lainnya dihubungkan dengan garis. Simulink memungkinkan pengguna menggambar, mengkonstruksi sebuah sistem rangkaian, menjalankan sebuah pemodelan simulasi, analisis hasil dan manajemen data terintegrasi secara lengkap. Penggambaran, pengontrolan dan pengukuran juga tersedia pada simulink, jadi pengguna dapat mengubah parameter sistem, menjalankan simulasi dan melihat hasil secara langsung.

Dibawah ini adalah model umum yang terdapat didalam studi sistem simulink *simscape* pada Matlab :

1. *Resistor, Inductor*
 2. *AC generator sinkron 3 phasa, exciters, governors and Prime mover Diesel*
 3. *Current and voltage sources*
 4. *Switch and breakers*
 5. *Thyristor*
 6. *Analog and digital control functions*
 7. *Scope and measuring functions*
 8. *FACTS controller*
 9. *Load*
-

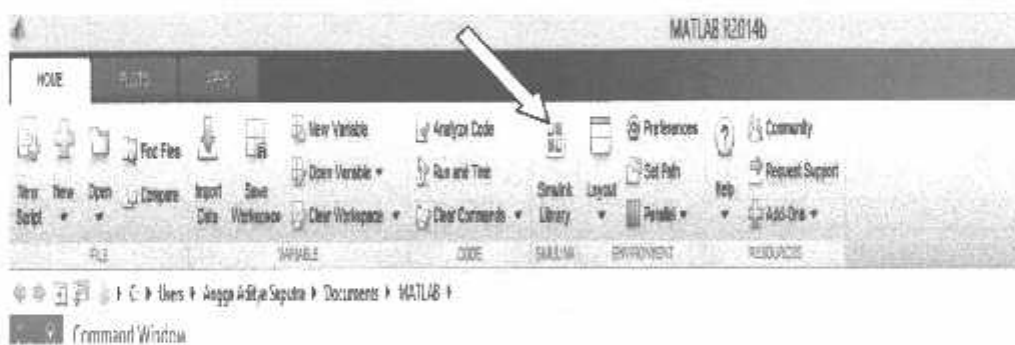
3.3. Memulai Simulink MATLAB R2014b

Tampilan Utama *MATLAB R2014b* adalah sebagai berikut :



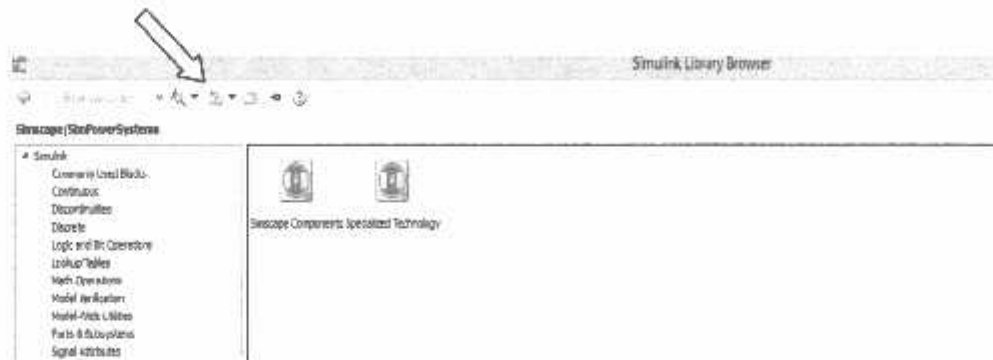
Gambar 3.2. Tampilan utama *Software MATLAB R2014b*

- a. Untuk memulai membuat model baru pada *Software Simulink MATLAB R2014b* maka kita harus masuk ke sistem Simulink Library dengan cara mengklik Simulink Library pada tampilan utama *MATLAB R2014b*.



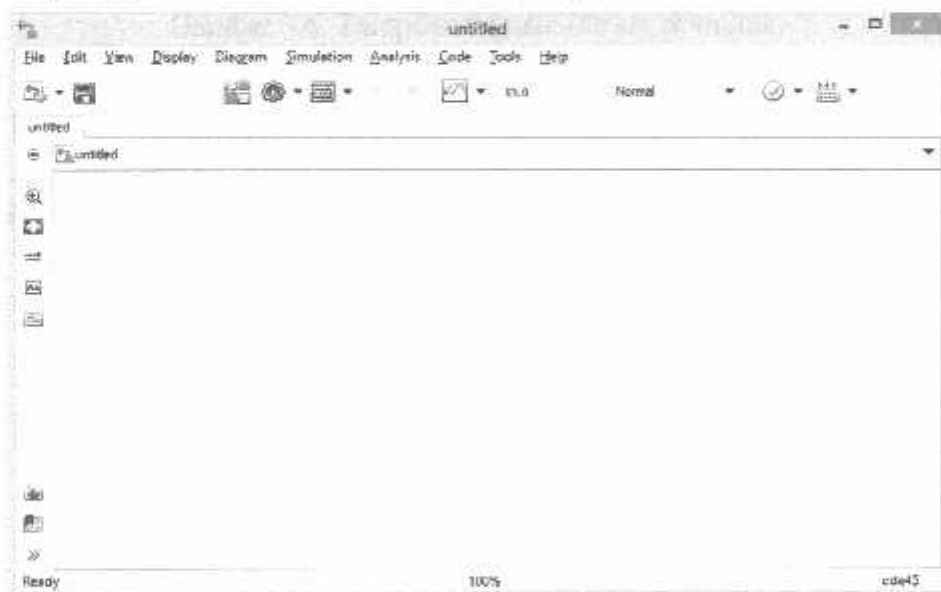
Gambar 3.3. Tampilan library utama *Software MATLAB R2014b*

- b. Setelah mengklik Simulink library pada tampilan utama *Software MATLAB R2014* akan masuk ke sistem simulink library. Untuk memulai *New model* maka kita harus mengklik pilihan new model pada tampilan utama simulink library.



Gambar 3.4. Tampilan library utama *Software simulink library MATLAB R2014b*

- c. Setelah mengklik *New model* pada simulink library maka akan timbul tampilan jendela *new model simulink* seperti gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5. Tampilan library utama *Software simulink MATLAB R2014b*

BAB IV

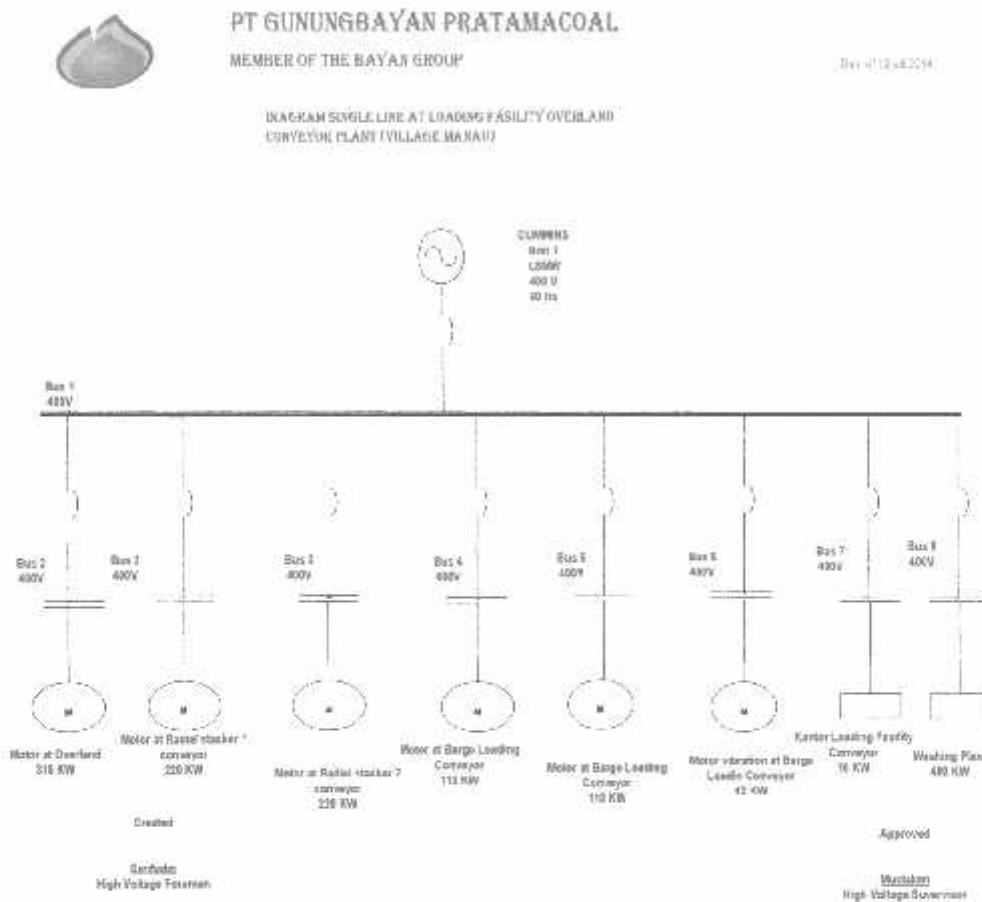
SIMULASI DAN ANALISIS HASIL

4.1. Simulasi Dalam *Simulink MATLAB R2014b*

Uji coba simulasi akan menggunakan data single line diagram PT Gunung Bayan Pratama Coal yang dapat dilihat pada (Gambar 4.1), selanjutnya membuat pemodelan single line PT Gunung Bayan Pratama Coal dalam software *Simulink MATLAB R2014b* yang hasil gambarnya dapat dilihat pada (Gambar 4.2), gambar pemodelan generator pada *Simulink MATLAB R2014b* dapat dilihat pada (Gambar 4.3), pemodelan mesin diesel generator pada *Simulink MATLAB R2014b* dapat dilihat pada (Gambar 4.4), dan gambar pemodelan beban dapat dilihat pada (gambar 4.5) dengan kapasitas total beban sebesar : 1424 KW, pemodelan *TCBR* dapat dilihat pada (Gambar 4.6), selanjutnya data beban PT Gunung bayan pratama coal diinputkan ke dalam simulasi single line simulink dan jalankan simualsi dalam keadaan normal operasi, dapat dilihat pada (Gambar 4.7), selanjutnya jalakan simulasi dengan memberikan skema gangguan pada $t = 4.0s$ yaitu berupa pelepasan beban sebesar : 1015 KW grafik dapat dilihat pada (Gambar 4.8 dan 4.9) apakah terjadi ketidakstabilan sistem apabila iya maka akan dilakukan pemodelan dan pemasangan *TCBR* yang dapat dilihat pada (Gambar 4.10) selanjutnya menampilkan hasil grafik simulasi yang berupa *speed rotor angle* generator dalam satuan (pu), Daya mekanik pada *Prime mover Diesel* dalam satuan dan *output* tegangan pada generator dalam satuan (pu) dapat dilihat pada (Gambar 4.11 dan 4.12), selanjutnya akan dilakukan pengambilan data dengan perbandingan saat terjadinya gangguan pelepasan beban besar dengan kompensasi *TCBR* maupun tanpa kompensasi *TCBR*, selanjutnya dapat menarik kesimpulan.

4.1.1. Single line Diagram PT Gunung Bayan Pratama Coal

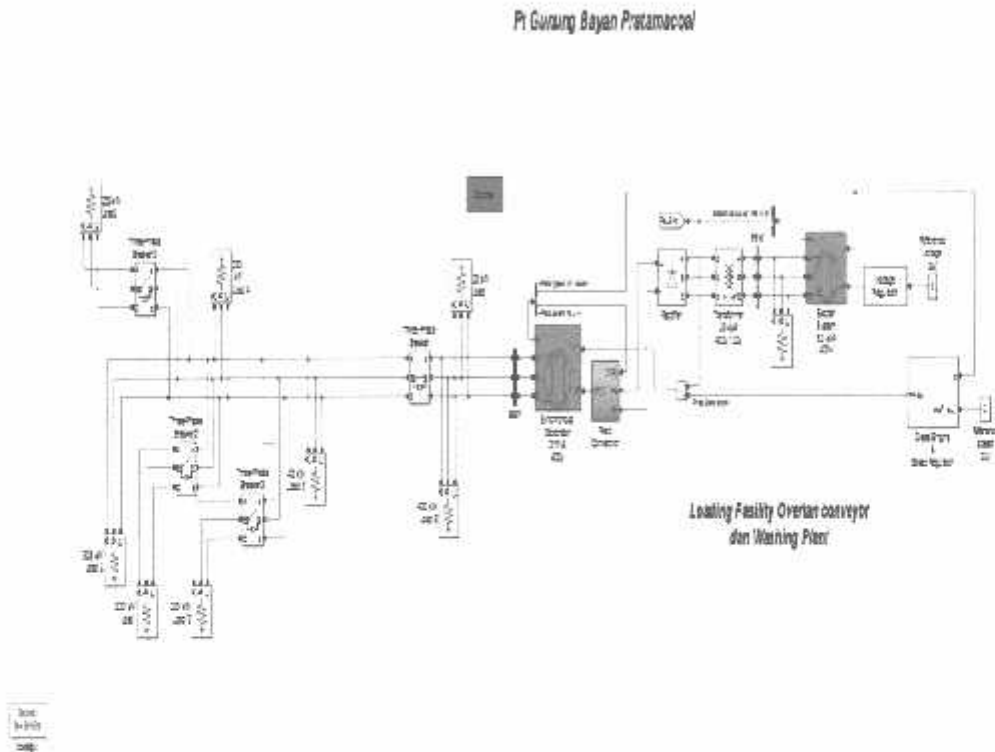
Gambar 4.1 merupakan *single line* PT Gunung Bayan Pratama Coal dept Loading facility overland conveyor Plant yang akan disimulasikan menggunakan *Simulink MATLAB R2014b*.



Gambar 4.1. Single Line Diagram PT Gunung Bayan Pratama Coal dept Loading facility overland conveyor Plant.

4.1.2. Pemodelan Sistem PT Gunung Bayan Pratama Coal Dalam Simulink

Gambar 4.2 dibawah ini adalah pemodelan *single line* PT Gunung Bayan Pratama Coal yang mana terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel berkapasitas 2MVA dan Beban Sebesar 1424 KW dalam software *Simulink MATLAB R2014b*.

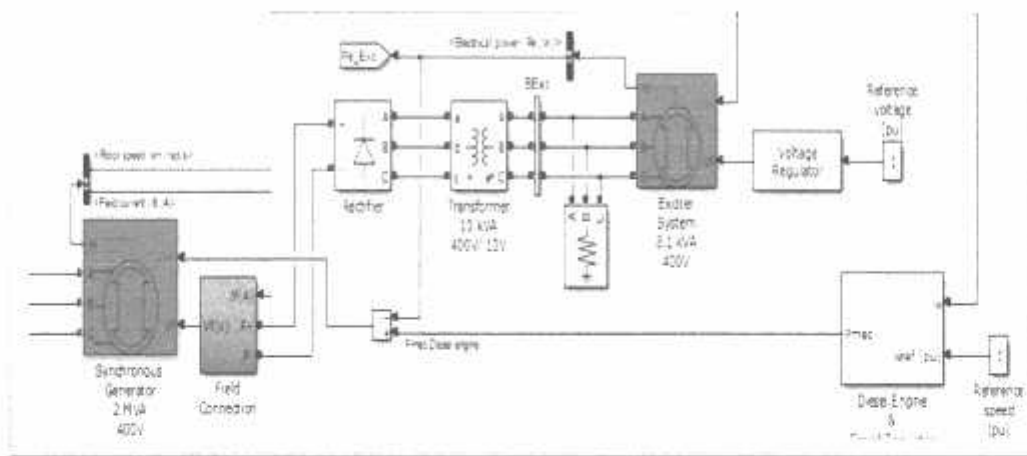


Gambar 4.2. Pemodelan *Single Line Diagram* PT Gunung Bayan Pratama Coal dept Loading facility overland conveyor Plant dalam software *Simulink MATLAB R2014b.s*

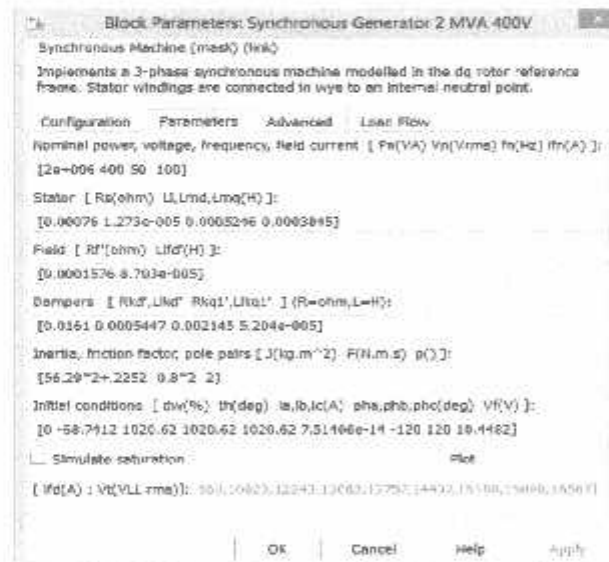
4.1.3. Pemodelan Generator Sinkron

Gambar 4.3 dibawah ini adalah pemodelan Generator pada *Simulink MATLAB R2014b*, dan input data berupa kapasitas kapasitar generator 2 MVA tegangan ouput 400 Voltage dan Frequency 50 Hz.

(a)



(a)



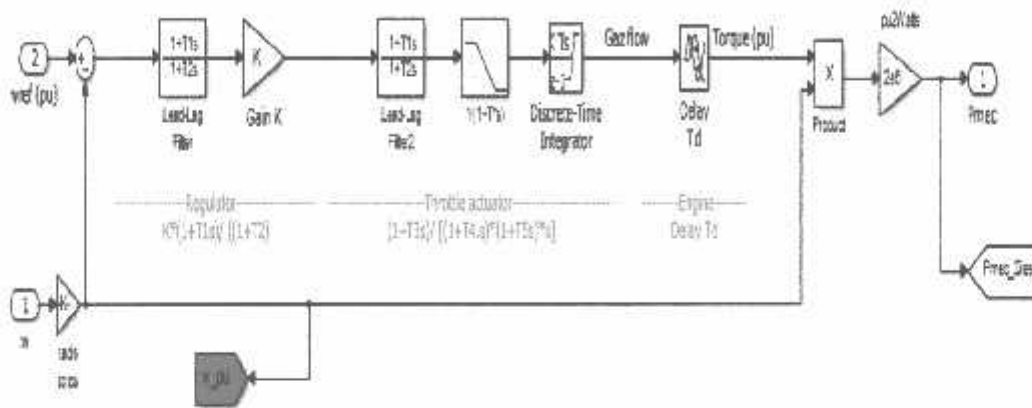
(b)

Gambar 4.3. (a) Pemodelan Generator Sinkron pada *Simulink MATLAB R2014b*.

(b) Block Parameter Generator Sinkron pada *Simulink MATLAB R2014b*

4.1.4. Pemodelan Mesin Diesel

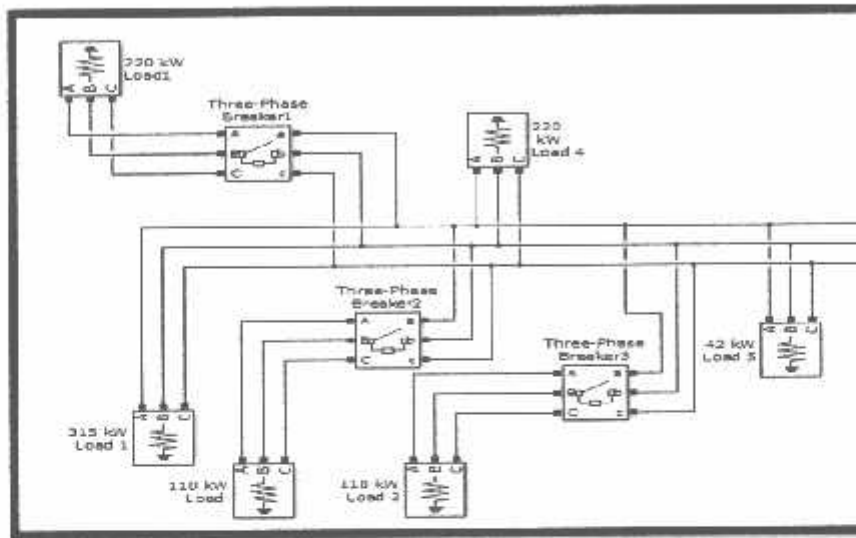
Sebuah mesin diesel digunakan untuk memutar generator sinkron. Model mesin diesel ditunjukkan pada gambar 4.4 Sinyal masukan adalah kecepatan ω dalam per unit dan keluarannya adalah sinyal kontrol P_{mech} generator sinkron.



Gambar 4.4. Pemodelan Mesin Diesel dalam *Simulink*.

4.1.5. Pemodelan Beban pada Simulink

Gambar 4.5 dibawah ini adalah pemodelan beban dalam simulink, input data berupa daya aktif dalam (KW), *nominal frekuensi* (Hz) dan *nominal Phasa to Phasa* (Vrms).



(a)



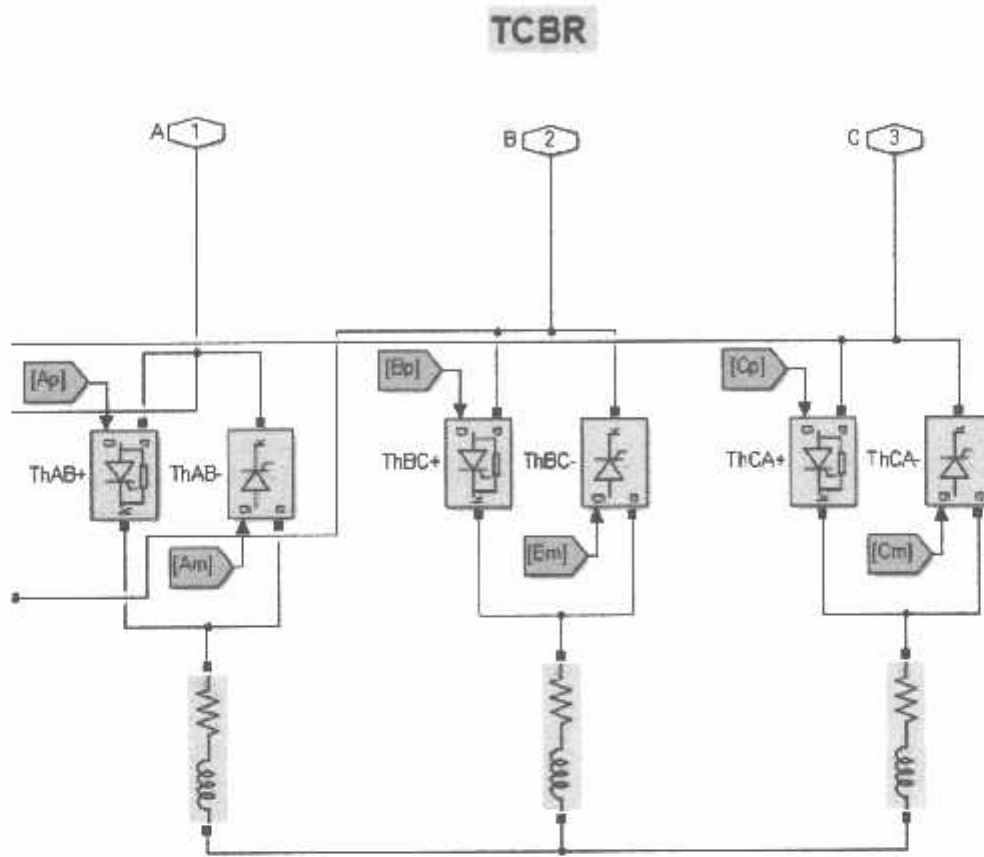
(b)

Gambar 4.5. (a) Pemodelan Beban dalam *Simulink*.

(b) Block Parameter Pemodelan Beban dalam *Simulink*.

4.1.6. Pemodelan *Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)*

Gambar 4.6 dibawah ini adalah pemodelan *TCBR* dalam Simulink.



Gambar 4.6. Pemodelan *Thyristor Controller Braking Resistor (TCBR)* dalam Simulink.

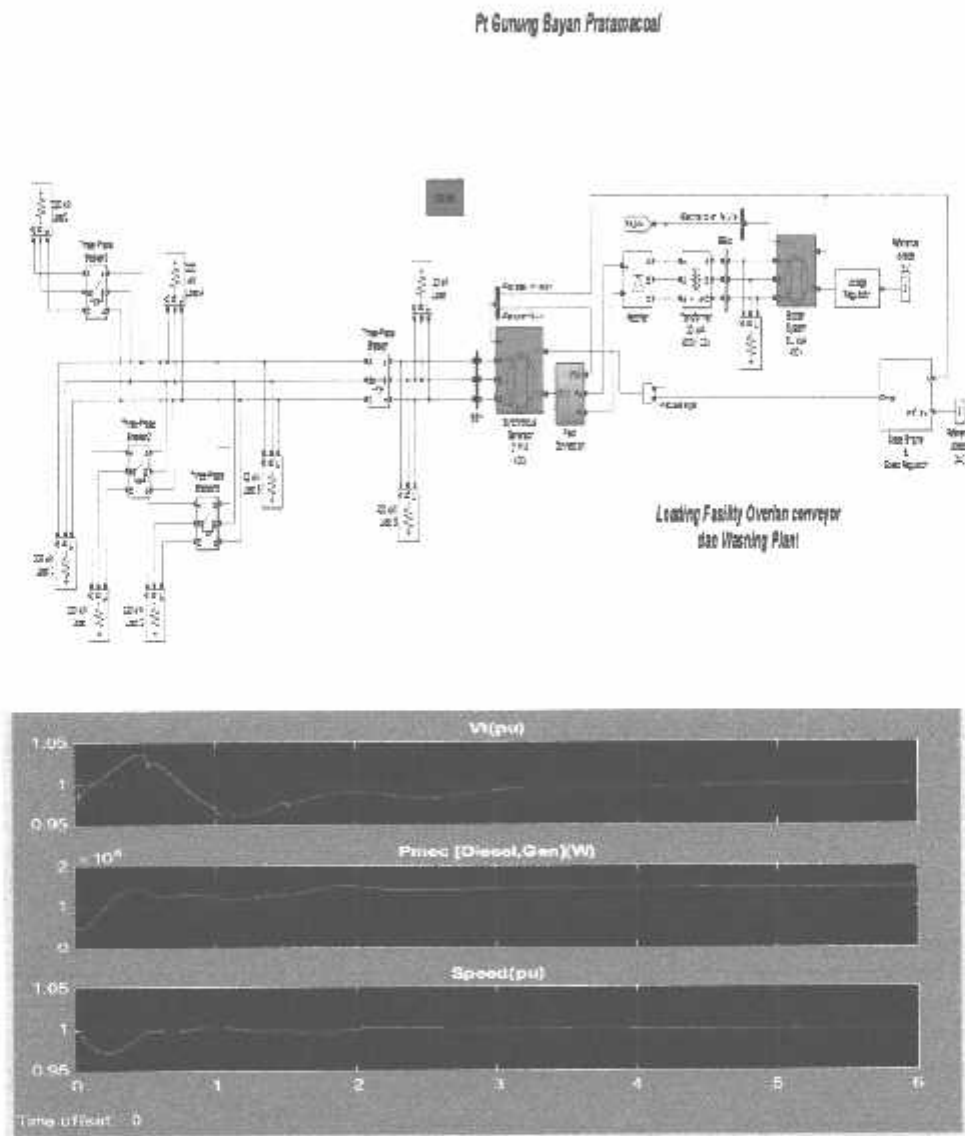
4.1.7. Data PLTD PT Gunung Bayan Pratama Coal

Untuk pengisian data panduan operasi Generator menggunakan Program Simulink maka perlu yang tercantum sebagai berikut :

- ❖ Daya : 2 MVA
 - ❖ Putaran : 1500 rpm
 - ❖ Tegangan : 400 Voltage
 - ❖ Arus : 100 Amper
 - ❖ Frekuensi : 50 Hz
 - ❖ Power F : 0.80
-

4.2. Pemodelan *Single Line* PT Gunung Bayan Pratama Coal sebelum pemodelan *TCBR* dalam Simulink.

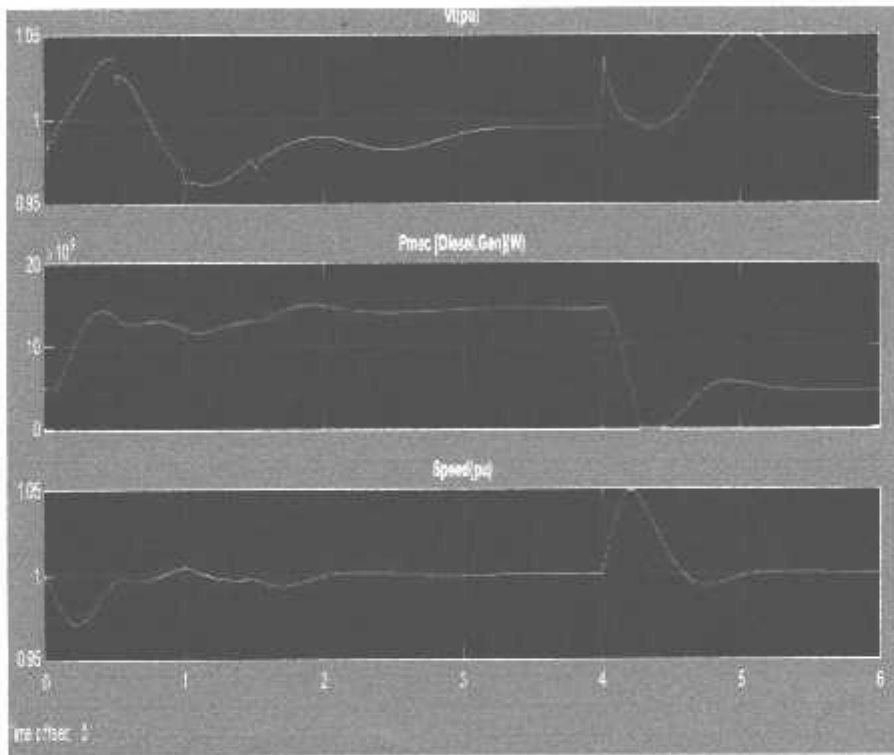
Gambar 4.7 dibawah ini adalah pemodelan *Single Line* dan grafik simulasi PT Gunung Bayan Pratama Coal pada saat normal operasi dalam Simulink.



Gambar 4.7. Pemodelan *Single Line* dan hasil grafik simulasi. PT Gunung Bayan Pratama Coal pada saat normal operasi dalam Simulink.

4.2.1. Hasil Grafik Simulasi sebelum Kompensasi *TCBR* pada $t = 4.0s$

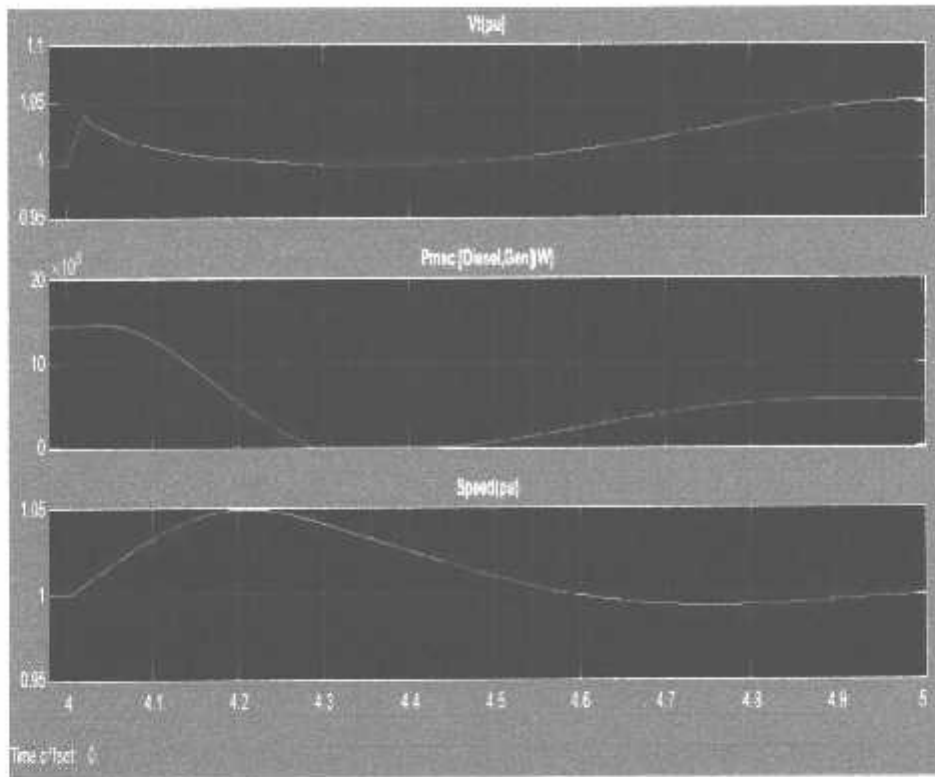
Grafik dibawah ini menunjukkan hasil simulasi tanpa kompensasi *TCBR*, pada saat terjadi pelepasan beban sebesar 1015 Kw yang berdampak pada kenaikan yang signifikan pada speed rotor angle generator dalam satuan (pu), bentuk grafik Daya mekanik dalam satuan (pu), pada Generator sinkron dan tegangan output generator sinkron dalam satuan (pu)



Gambar 4.8. Grafik *Overshoot* saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$

Pada gambar diatas menunjukkan osilasi amplitude tegangan generator kondisi gangguan pada $t = 4.0s$ maka terjadi kenaikan yang mencapai 1.05 (pu), daya mekanik pada generator mengalami penurunan hingga 0.1 (pu) dan pada speed rotor angle mengalami kenaikan yang mencapai 1.05 (pu).

Grafik dibawah ini menunjukkan hasil simulasi tanpa kompensasi *TCBR*, pada saat terjadi pelepasan beban besar yang berdampak pada waktu *steady state* yang cukup lama pada *speed rotor angle* generator dalam satuan (pu), bentuk grafik Daya mekanik dalam satuan (pu), pada Generator sinkron dan tegangan output generator sinkron dalam satuan (pu).

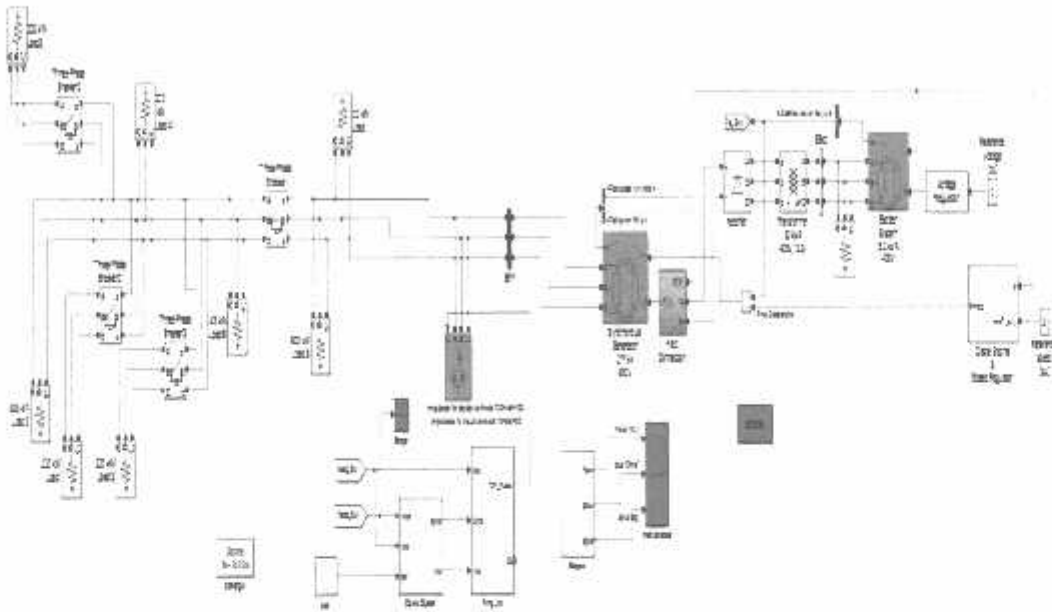


Gambar 4.9. Grafik *Steady State* saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$

Pada gambar diatas menunjukkan waktu *Steady State* pada tegangan generator, daya mekanik pada generator dan pada *speed rotor angle* kondisi gangguan mencapai 1.0s.

4.3. Pemodelan *Single Line* PT Gunung Bayan Pratama Coal Sesudah pemodelan *TCBR* dalam Simulink

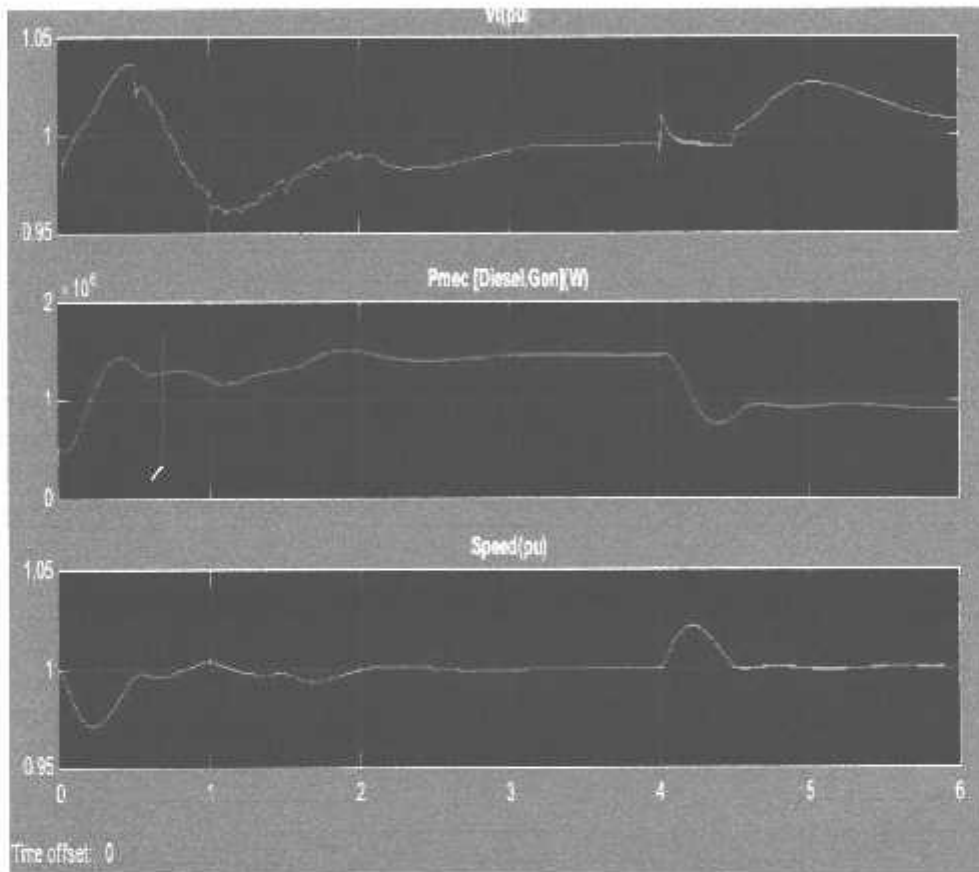
Gambar 4.10 dibawah ini adalah pemodelan *Single Line* PT Gunung Bayan Pratama Coal dalam Simulink sesudah pemodelan *TCBR*.



Gambar 4.10. Pemodelan Sistem Sesudah Kompensasi *TCBR*.

4.3.1. Hasil Grafik Simulasi Sesudah Kompensasi *TCBR* pada $t = 4.0s$

Grafik dibawah ini menunjukkan hasil simulasi sesudah pemasangan kompensasi *TCBR*, pada saat terjadi pelepasan beban sebesar 1015 Kw yang berdampak pada penurunan *overshoot* pada speed rotor angle generator dalam satuan (pu), bentuk grafik Daya mekanik dalam satuan (pu), pada Generator sinkron dan tegangan output generator sinkron dalam satuan (pu).

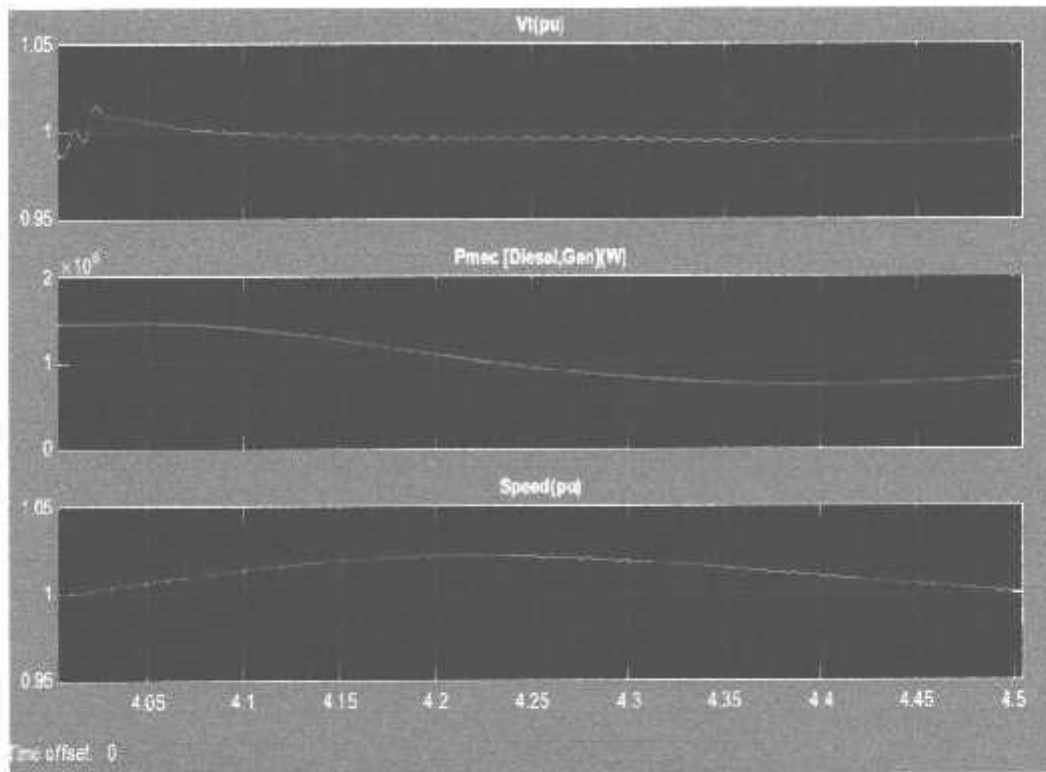


Gambar 4.11. Grafik *Overshoot* saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$

Pada gambar diatas menunjukkan pemodelan tegangan generator kondisi gangguan pada $t = 4.0s$ maka terjadi penurunan *Overshoot* yang mencapai 1.03 (pu), daya mekanik pada generator mengalami kenaikan hingga 0.9 (pu) dan pada speed rotor angle mengalami penurunan *Overshoot* mencapai 1.02 (pu).

Grafik dibawah ini menunjukkan hasil simulasi sesudah pemasangan kompensasi *TCBR*, pada saat terjadi pelepasan beban sebesar 1015 KW yang berdampak pada waktu *Steady State* yang cukup cepat pada speed rotor angle

generator dalam satuan (pu), bentuk grafik Daya mekanik dalam satuan (pu), pada Generator sinkron dan tegangan output generator sinkron dalam satuan (pu).



Gambar 4.12. Grafik *Steady State* saat terjadinya pelepasan beban besar pada $t = 4.0s$

Gambar diatas menunjukkan waktu *Steady State* pada tegangan generator 0.5s, daya mekanik pada generator 0.6s dan pada *speed rotor angle* 0.5s

4.3.2. Hasil Perbandingan Simulasi Sebelum Kompensasi *TCBR* dan sesudah kompensasi *TCBR*

Tabel 4.1 Hasil Ssimulasi *overshoot*

No	Kondisi	(V) Generator	Pmec Generator	Speed rotor angle
1	Tanpa <i>TCBR</i>	1.05 (pu)	0.1 (pu)	1.05 (pu)
2	Dengan <i>TCBR</i>	1.03 (pu)	0.9 (pu)	1.02 (pu)

Hasil tabel diatas maka dengan menggunakan kompensasi *TCBR* dapat mereduksi *Overshoot* yang diakibatkan oleh pelepasan beban besar.

Tabel 4.2. Hasil simulasi waktu *Steady State*

No	Kondisi	(V) Generator	Pmec Generator	Speed rotor angle
1	Sebelum TCBR	1.0s	1.0s	1.0s
2	Sesudah TCBR	0.5s	0.6s	0.5s

Dari hasil tabel diatas maka dengan menggunakan kompensasi *TCBR* dapat mereduksi waktu *Steady State* yang diakibatkan oleh pelepasan beban besar.

4.4. Perhitungan gangguan saat sebelum dan sesudah pemasangan *TCBR*

Berikut adalah perhitungan perbaikan nilai dari speed rotor angle generator dalam satuan (pu), bentuk grafik Daya mekanik dalam satuan (pu), pada Generator sinkron dan tegangan *output* generator sinkron dalam satuan (pu) saat sebelum dan sesudah pemasangan kompensasi dalam bentuk persentase (%). Perhitungan *overshoot*^[2]:

- ❖ Untuk V generator adalah :

$$V_{gen} = \frac{\text{no TCBR} - \text{with TCBR}}{\text{with TCBR}} \times 100\% =$$

$$V = \frac{1.05 - 1.03}{1.05} \times 100\% = 1.90 \%$$

- ❖ Untuk Pmec generator adalah :

$$P_{mec} = \frac{\text{with TCBR} - \text{no TCBR}}{\text{with TCBR}} \times 100\% =$$

$$P_{mec} = \frac{0.9 - 0.1}{0.9} \times 100\% = 88.88 \%$$

- ❖ Untuk *speed rotor angle* generator adalah :

$$Speed = \frac{\text{no TCBR} - \text{with TCBR}}{\text{with TCBR}} \times 100\% =$$

$$Speed = \frac{1.05 - 1.02}{1.05} \times 100\% = 2.85 \%$$

Perhitungan waktu *Steady State*:

- ❖ Untuk V generator adalah :

$$V_{gen} = \frac{\text{no TCBR} - \text{with TCBR}}{\text{with TCBR}} \times 100\% =$$

- ❖ Untuk P_{mec} generator adalah :

$$P_{mec} = \frac{\text{no TCBR} - \text{with TCBR}}{\text{with TCBR}} \times 100\% =$$

$$P_{mec} = \frac{0.9 - 0.6}{0.9} \times 100\% = 40\%$$

- ❖ Untuk *speed rotor angle* generator adalah :

$$\text{Speed} = \frac{\text{no TCBR} - \text{with TCBR}}{\text{with TCBR}} \times 100\% =$$

$$\text{Speed} = \frac{1.0 - 0.5}{1.0} \times 100\% = 50\%$$

4.4.1. Hasil Perhitungan Persentase Perbaikan Generator Sinkron dengan kompensasi TCBR

Tabel 4.3 Hasil persentase *overshoot*

(V) Generator %	P_{mec} Generator %	Speed rotor angle %
1.90 %	88 %	2.85 %

Hasil persentase tabel diatas maka dengan menggunakan kompensasi TCBR dapat mereduksi *Overshoot* yang diakibatkan oleh pelepasan beban besar.

Tabel 4.4 Hasil persentase waktu *steady state*

(V) Generator %	P_{mec} Generator %	Speed rotor angle %
50 %	40 %	50 %

Hasil persentase tabel diatas maka dengan menggunakan kompensasi TCBR dapat mereduksi waktu *Steady State* yang diakibatkan oleh pelepasan beban besar.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis pemodelan *TCBR* untuk perbaikan stabilitas Generator Sinkron di PT Gunung Bayang Pratama Coal dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Koordinasi *Thyristor Control Braking Resistor* dapat memperbaiki stabilitas peralihan sistem tenaga listrik dengan cara mengurangi percepatan dan perlambatan rotor. Sehingga osilasi *overshoot* yang dialami oleh generator lebih cepat teredam.
2. Dengan adanya penambahan *TCBR* maka respon transien sistem akan menjadi lebih baik. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan osilasi *overshoot* dengan perbandingan sebagai berikut : sebelum kompensasi *TCBR* Tegangan Generator 1.05 (pu) Daya Mekanik Generator 0.1 (pu) dan *Speed Rotor Angle* 1.05 (pu) dan sesudah kompensasi *TCBR* Tegangan Generator 1.03 (pu) Daya Mekanik Generator 0.9 (pu) dan *Speed Rotor Angle* 1.02 (pu) dan perbandingan waktu *steady state* sebelum kompensasi *TCBR* Tegangan Generator 1.0s Daya Mekanik Generator 1.0s dan *Speed Rotor Angle* 1.0s dan sesudah kompensasi *TCBR* Tegangan Generator 0.5s Daya Mekanik Generator 0.6s dan *Speed Rotor Angle* 0.5s.
3. Persentase perbaikan stabilitas generator sinkron sebelum dan sesudah kompensasi *TCBR* untuk Tegangan Generator 1.90%, Daya Mekanik Generator 88%, *Speed Rotor Angle* 2.85% dan percepatan waktu *steady state* dengan persentase perbaikan untuk Tegangan Generator 50%, Daya Mekanik Generator 40% dan *Speed Rotor Angle* 50%. Dengan demikian sistem akan menuju kondisi stabil dengan lebih cepat setelah terjadi gangguan.

5.2. Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melakukan simulasi saat gangguan hubung singkat asimetris dan simetris.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Masrul Rudi., *Analisis penggunaan Power System Stabilizer (PSS) dalam Perbaikan stabilitas Dinamik Sistem Tenaga Listrik Multisistem, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara (2009).*
 - [2] Firman.Diar., *Penggunaan Pengendali logika Fuzzy untuk koordinasi pensaklaran Braking Resistor, Reaktor dan Kapasitor ada Perbaikan Stabilitas peralihan system tenaga listrik. Tugas Akhir jurusan Teknik Elektro. Universitas Indonesia (2008).*
 - [3] Abied, A.H., *Power System Analisis & Planning*, Hermisphere publishing Corp, Washington. (1982).
 - [4] Yunning Chen, M.E. El-Hawary, *An EACBased Braking Resistor Approach for Transient Stability Improvement* (New York: The Institute of Electrical and Elektroniced Engineers, Inc., 2001).
 - [5] R.H. Sianipar. (2013). *Pemrograman Matlab dalam Contoh dan Terapan*. Bandung : Informatika.
-

LAMPIRAN



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417638 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **ANGGA ADITYA SAPUTRA**
Nim : **13.12.911**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014 – 2015**
Judul : **ANALISIS KESTABILAN SISTEM PADA GENERATOR
SINKRON MENGGUNAKAN THYRISTOR CONTROLLER
BRAKING RESISTOR**

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

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Agustus 2015
Dengan Nilai : 76,5 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.Y.1030100361

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.Y.1028400082

Dosen Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S – 1) Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ANGGA ADITYA SAPUTRA**
Nim : **13.12.911**
Jurusan : **Teknik Elektro S – 1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014 – 2015**
Judul Skripsi : **ANALISIS KESTABILAN SISTEM PADA GENERATOR SINKRON MENGGUNAKAN THYRISTOR CONTROLLER BRAKING RESISTOR**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1	Penguji I	18 Agustus 2015	1. Perbaikan tabel 4.3 dan 4.4 dengan diberikan penjelasan atau keterangan tabel. 2. Revisi kesimpulan di sempurnakan	
2	Penguji II	18 Agustus 2015	1. Revisi penulisan judul gambar dan tabel	

Disetujui :

Dosen Penguji I

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.Y.1028400082

Dosen Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y.1030100371

Pembimbing II

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT
NIP. P.1031400472

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik



Tanggal :

1.	NIM	181 29 11
2.	Nama	Angga Aditya Saputra
3.	Judul yang diajukan	Selaras judul : Kondisi SDR & switch-Tunggal dalam mengatasi Voltage Dip pd Anacordis project gas menggunakan PSCAD/EMTP
4.	Disetujui/Ditolak	
5.	Catatan:	Pada paragraf 2000, pembubih dan pembubih FB
6.	Pembimbing yang diusulkan:	
	1.	Ir Wipum Agustini, MS. ✓
	2.	Lauhil, ST, MT ✓
Menyetujui		
1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian		
 _____		
2. Dosen Kelompok Keahlian (Terlampir)		

* : Coret yang tidak perlu



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

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

ERSEROJ MALANG
NIAGA MALANG

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

Nomor Surat : ITN-157/EL-FII/2015 Tanggal, 28 Mei 2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Ni Putu Agustini, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ANGGA ADITYA SAPUTRA**
Nim : **1312911**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP P. 1030100358



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

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

I (PERSERO) MALANG
MK NIAGA MALANG

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

Nomor Surat : ITN-157/EL-FTI/2015 Tanggal, 28 Mei 2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ANGGA ADITYA SAPUTRA**
Nim : **1312911**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015 “

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ashari Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



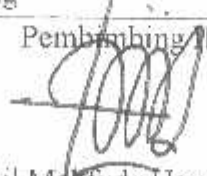
M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik**

1.	Nim	: 1312911	
2.	Nama	: ANGGA ADITYA SAPUTRA	
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik	
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat
	14 April 2015	09:00	III.1.5
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISIS PROTEKSI SWITCH-TIMING PADA GENERATOR PENGUAT GANDA SAAT KONDISI GANGGUAN VOLTAGE DIP DENGAN MENGGUNAKAN SERIES DYNAMIC RESISTOR (SDR) DENGAN SOFTWARE PSCAD/EMTDC	
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	Analisa kestabilan sistem pada Generator Sineron menggunakan THYRISTOR CONTROLLER BRAKING RESISTOR (TCBR)	
7.	Catatan : - Perjelas penelitian yang akan dilakukan. Apakah ingin mengatasi voltage dip atau ingin memproteksi generator dari gangguan voltage dip.		
Catatan :			
Persetujuan judul Skripsi			
8.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III
	 (.....)	 (.....)	 (.....)
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs	
		Pembimbing I (.....)	Pembimbing II (Luhur MHTY.....)

**BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1**

ONSENTRASI		Energi Listrik	
Nama Mahasiswa	ANGGA ADITYA SAPUTRA	NIM	1312911
Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
Pelaksanaan	11 Juni 2015	10-00	1-5
Judul Skripsi	KOORDINASI SERIES DYNAMIC RESISTOR (SDR) DAN SWITCH-TIMING DALAM MENGATASI VOLTAGE DIP PADA GENERATOR PENGUAT GANDA MENGGUNAKAN SOFTWARE PSCAD/EMTDC		
Perubahan Judul	Analisis Kestabilan Sistem pada Generator Sinkron Menggunakan Thyristor Controller Breaching Resistor		
Catatan :			
<ul style="list-style-type: none"> - Metode yang digunakan untuk menentukan stabil tidaknya sistem - Flowchart dibuatkan dan diperbaiki. Indikator, Sistem itu stabil apa? - Model yang digunakan. Single Machine atau Multi Machine? - lengkapi data Generator dengan data perhitungannya x_d, x_d', x_d'', x_0 dst. 			
Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Dosen Pembimbing		
	Pembimbing I	Pembimbing II	
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT	 Ir. Ni Putu Agustini, MT	 Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT	

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

1 Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik,
Elektronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

1 : Angga Aditya S.
: 1312911
sikan Meliputi :

Tabel 4.3 & 4.4 di beri penjelasan

kesimpulanya di sempurnakan.

Malang,.....20



(.....)



Formulir Perbaikan Ujian Skripsi


n Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik,/
ktronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

1 : Anegga Aditya S
: 1312911

baikan Meliputi :

Perubahan judul gbr dan tabel disebutkan

Malang, 18 Agustus 2015


M. Ibrahim Asong



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Kampus I : Jl Bendungan Sigura-gura No. 2

Kampus II : Jl Raya Karanglo km 2
MALANG

FORMULIR BIMBINGAN

Nama : Angga Aditya Saputra
Nim : 1312911
Masa Bimbingan : Semester Genap Genap 2014 - 2015
Judul : Analisis Kestabilan Sistem Pada Generator Sinkron
Menggunakan Thyristor Controller Braking Resistor

Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1/5/2015	Konsultasi Pargantian judul skripsi	
14/5/2015	Konsultasi rangkaian Single Line Pada Program Pscad dan Konsul bagi Data Lapangan	
2/5/2015	Perbaikan Latar belakang Laporan Skripsi dan Pelebaran masalah.	
9/5/2015	Konsultasi Pargantian Program dari Pscad ke MATLAB SIMULINK	
29/6/2015	Perbaikan Flowchart Hares di uraikan BIII	
1/7/2015	B D Keterangan Gambar di Perjelas tambahkan teori dasar tentang Generator	
6/7/2015	Konsultasi rangkaian Single Line Pada Program Matlab Simulink	
8/7/2015	Acc Bab I	
13/7/2015	Bab IV Gambar dan tabel Hares ada keterangan dan Perjelasan.	
10/8/2015	Acc semua Bab.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Kampus I : Jl Bendungan Sigura-gura No. 2

Kampus II : Jl Raya Karanglo km 2

MALANG

Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing

Malang,

Dosen Pembimbing

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y.1030100371



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Kampus I : Jl Bendungan Sigure-gura No. 2
Kampus II : Jl Raya Karamas km 2
MALANG

FORMULIR BIMBINGAN

Nama : Anissa Adinda Saputra
Nim : 13129011
Masa Bimbingan : Semester Genap Genap 2014 - 2015
Judul : Analisis Kestabilan Sistem Pada Generator Sinkron
Menggunakan Thyristor Controller Braking Resistor

Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
11/5/2015	Konsultasi Pergantian judul skripsi	
13/5/2015	Konsultasi rangkaian single line pada program PSCAD dan konsultasi data lapangan.	
5/6/2015	Perbaiki latar belakang laporan skripsi. Tujuan masalah.	
10/6/2015	Konsultasi Pergantian program software dari PSCAD ke MATLAB SIMULINK	
30/6/2015	Masukkan pada bab I keunggulan TCBR dalam meredam osilasi dibandingkan control yang lain	
30/6/2015	Bab II : Keterangan gambar diperjelas : Teori generator dulu baru teori TCBR	
30/6/2015	Bab III : Flowchart diuraikan kedalam Paragraf	
2/7/2015	Konsultasi rangkaian single line pada program Simulink.	
3/7/2015	Acc Bab I.	
9/8/2015	Gambar dan Tabel harus ada keterangan Penjelasan - ABSTRAK. diperbaiki	