

Dimana  $k_6$  adalah sebuah konstanta yang tergantung kepada sistem kepada sistem hidrolik governor yang menghubungkan gerakan titik B dengan titik D dan adanya tanda negatif disebabkan arah-arah positif yang dipilih pada gambar. Untuk memecahkan persamaan  $\Delta X_{B1}$  dan  $\Delta X_D$  kita gunakan transformasikan Laplace ke bidang (s) sehingga :

- $\Delta f$  menjadi  $\Delta F(s)$ ,
- $\Delta p$  menjadi  $\Delta P(s)$ ,
- $\Delta X_{B1}$  menjadi  $\Delta X_{B1}(s)$

Selanjutnya tranformasi Laplace dari persamaan  $\Delta X_{B1}$  dan  $\Delta X_D$  berturut-turut menghasilkan :

$$\Delta X_{B1}(s) = -k_3 \cdot k_1 \Delta P(s) + k_4 \cdot k_2 \Delta F(s) + k_5 \Delta X_D(s)$$

$$\Delta X_D(s) = \frac{-k_6}{s} \cdot \Delta X_{B1}(s)$$

Dari persamaan  $\Delta X_{B1}(s)$  dan  $\Delta X_D(s)$  yang sudah ditransformasikan kedalam Laplace, akan menyatakan  $\Delta X_p(s)$  dan  $\Delta F(s)$  dengan mengelimir  $\Delta X_{B1}(s)$ .

Dan nilai ini dimasukkan dalam persamaan  $\Delta X_{B1}(s)$  memberikan :

Dimana :

$$-\frac{s}{k_6} \Delta X_D(s) = -k_3 \cdot k_1 \Delta P(s) + k_4 \cdot k_2 \Delta F(s) + k_5 \Delta X_D(s)$$

$$\Delta X_p(s) \left[ -\frac{s}{k_6} - k_5 \right] = -k_3 \cdot k_1 \Delta P(s) + k_4 \cdot k_2 \Delta F(s)$$

$$\Delta X_p(s) = \frac{-k_3 \cdot k_1 \Delta P(s) + k_4 \cdot k_2 \Delta F(s)}{-\left[ k_5 + \frac{s}{k_6} \right]}$$

$$= \frac{-k_3 \cdot k_1 \cdot k_6 \Delta P(s) + k_4 \cdot k_2 \cdot k_6 \Delta F(s)}{-(k_5 \cdot k_6 + s)}$$

$$= \frac{k_3 \cdot k_1 \cdot k_6}{(k_5 \cdot k_6 + s)} \left[ \Delta P(s) - \frac{k_4 \cdot k_2}{k_3 \cdot k_1} \Delta F(s) \right]$$

$$= \frac{k_3 \cdot k_1}{k_5} \left[ \Delta P(s) - \frac{1}{R} \Delta F(s) \right]$$

$$= \frac{k_G}{1 + sT_G} \left[ \Delta P(s) - \frac{1}{R} \Delta F(s) \right]$$

$$= G_G \left( \Delta P(s) - \frac{1}{R} \Delta F(s) \right) \dots \dots (4)$$

## 2.2 Operasi Paralel Turbin Uap

Paralel turbin uap sudah merupakan praktek yang lazim untuk mengoperasikan stasiun-stasiun pembangkit termal yang mensuplai daya ke satu dan ke sistem jalan-jalan yang sama beroperasi pada frekuensi tertentu yang dipertahankan pada nilai yang dibutuhkan dengan jalan mengoperasikan turbin pada putaran yang diperlukan

Dalam peristilahan sistem daya adalah biasa untuk membagi turbin menjadi " turbin beban dasar " dan " turbin beban puncak ". Turbin kapasitas besar efisiensi tinggi dipakai umumnya sebagian beban dasar. Turbin kapasitas kecil termasuk turbin beban puncak. Untuk mempertahankan turbin-turbin beban dasar pada stasiun pembangkit tenaga termal beroperasi pada efisiensi maksimum, adalah perlu untuk membebaninya dengan beban penuh untuk keseluruhan waktu operasinya, sementara turbin beban puncak pada dasarnya dimaksudkan untuk mengambil alih beban yang terjadi pada *grid* pada jam-jam puncak kebutuhan. Bila turbin dasar hendak dioperasikan pada beban maksimum yang ekonomis walaupun ada fluktuasi beban pada sistem jala-jala, adalah suatu hal yang mutlak bahwa karakteristik statik turbin tersebut harus agak curam pada bagian dimana terjadi beban yang ekonomis. Akan tetapi, dengan kemiringan karakteristik pengaturan statik yang membesar bukanlah suatu hal yang disukai bila ditinjau dari segi pemutusan (*tripping*) beban, bila putaran naik dengan cepat yang dapat membahayakan, kurang lebih sama untuk pemutusan beban penuh generator pada waktu terjadi kecelakaan. Perbedaan antara kecepatan operasi nominal dan

kecepatan maksimum yang dicapai pada waktu pemutusan beban (*load tripping*) dikenal sebagai kecepatan pemutusan dinamik (*dynamic trip speed*). Kecepatan pemutusan dinamik sangat tergantung pada kepekaan pengaturan, disamping jumlah uap yang ditahan di kamar sorong uap (*steam chests*), dan lain-lain, sesudah katup-katup pengatur.

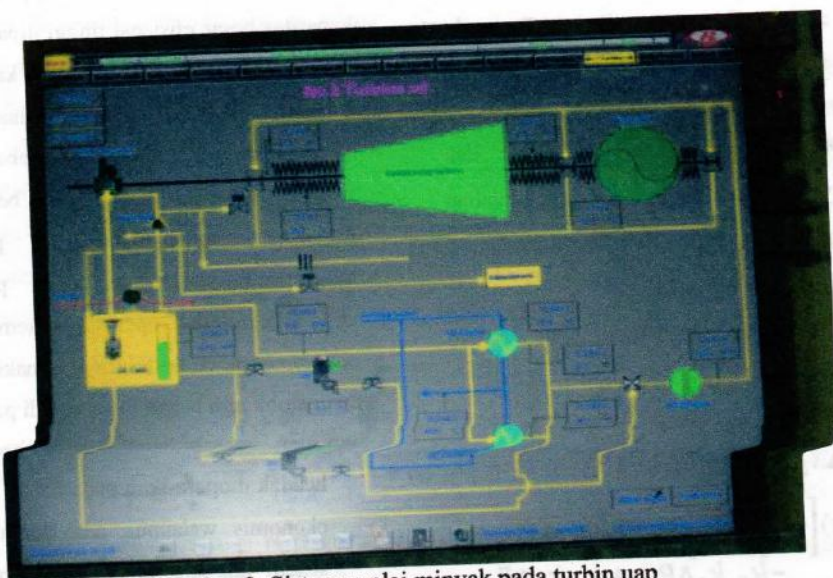
$$\Delta n = \frac{\delta n_0}{100}$$

Faktor menyatakan kecepatan pemutusan dinamik yang dinyatakan dalam kecepatan nominal

maupun derajat ketakseragaman. Dari persamaan diatas ternyata bahwa  $\Delta n$  adalah berbanding langsung dengan derajat ketakseragaman dan dengan demikian untuk turbin-turbin beban dasar pun derajat ketakseragaman itu dijaga tetap dalam jangka 6%.

### 2.3 Sistem Suplai Minyak Turbin Uap

Susunan utama suplai minyak ke turbin uap ditunjukkan pada Gambar 2.3 Susunan ini adalah salah satu sistem yang terbanyak dipakai untuk pensuplaian minyak ke turbin uap.



Gambar 2. Sistem suplai minyak pada turbin uap

Minyak dari *reservoir* disedot oleh pompa minyak utama (pompa roda gigi) melalui katup satu arah. Pada turbin-turbin kapasitas besar adalah biasa untuk melengkapinya dengan pompa-pompa roda gigi miring. Pompa roda gigi miring mempunyai keuntungan-keuntungan, ditinjau dari segi konstruksinya, bila dibandingkan dengan pompa-pompa minyak roda gigi biasa. Pompa-pompa roda gigi miring membutuhkan daya yang lebih kecil untuk mengoperasikannya, lebih

sederhana (mudah) dirakit dan mempunyai umur pemakaian yang lebih lama. Pompa minyak utama mensuplai minyak bertekanan ke mekanisme *servomotor* yang dipunyai oleh pengatur kecepatan dan ke bantalan luncur dan dorong turbin, melalui penurun tekanan (*pressure reducer*). Sebelum memasuki bantalan, minyak dialirkan melalui pendingin minyak (*oil cooler*) dimana minyak ini didinginkan. Untuk pendistribusian minyak yang baik di antara

bantalan, sistem pemipaan minyak dilengkapi dengan diafragma pengendali aliran dengan berbagai ukuran *orifis*. Minyak yang terpakai dari bantalan dikumpulkan ke pemipaan kuras minyak tunggal dan kemudian dialirkan kembali ke *reservoir* minyak. Sistem pelumas minyak dilengkapi dengan katup pengaman yang dalam keadaan terjadinya tekanan yang berlebihan memungkinkan sebagian minyak kembali ke *reservoir* minyak, yang dengan demikian akan mempertahankan tekanan minyak pelumas tetap dalam nilai yang dibutuhkan. Minyak kurasan dari sisi keluar *servomotor* dihubungkan dengan saluran suplai sistem pelumas. Dalam hal ini jumlah minyak yang dialirkan oleh pompa minyak akan sama dengan jumlah minyak yang dibutuhkan untuk pelumasan. Sistem distribusi minyak ini akan mengurangi perbedaan tekanan pada piston *servomotor*.

Pada beberapa turbin, minyak kurasan dari servomotor dan sistem pengatur kecepatan langsung dialirkan ke reservoir minyak. Untuk sistem suplai minyak yang demikian, pompa minyak sama didesain untuk dapat mengalirkan jumlah minyak yang melebihi kebutuhan pelumasan, jadi harus memperhitungkan minyak kurasan dari servomotor yang langsung dialirkan kembali ke reservoir minyak. Roda gigi penggerak (*pinion*) dipasang langsung ke poros turbin ataupun digerakkan oleh sistem roda gigi. *Pinion* penggerak secara kaku dipasang pada poros dengan bantuan pasak. Pada sisi-isap celah antara gerigi kedua *pinion* diisi oleh minyak. Jika *pinion* berputar pada sisi bertekanan, minyak dikeluarkan dari celah-celah gerigi dan secara serentak sejumlah minyak akan terperangkap di antara gerigi yang berputar pada sisi-isap. Kapasitas pompa roda gigi ditentukan dari

$$Q = \frac{2vvnz}{1000} \eta \left[ \frac{1}{\text{menit}} \right] \dots\dots (5)$$

Dimana :  
 v = volume celah antara gerigi (  $cm^3$  )  
 n = putaran *pinion* ( rpm )  
 z = jumlah gigi per *pinion*,  
 $\eta = 0,7$  sampai  $0,9$  - koefisien volumetric

Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan pompa roda gigi diperoleh dari persamaan :

$$N_p = \frac{10,33 P_{arm} Q}{60 \times 102} (kW) \dots\dots(6)$$

Dimana  $\eta_p =$  efisiensi pompa roda gigi yang dapat diandaikan antara 0,8 dan 0,9.

Tekanan kerja yang dihasilkan oleh pompa minyak utama biasanya kira-kira pada setengah kecepatan putaran normal poros turbin. Pada waktu penstartan dan penghentian turbin, pompa minyak utama tidak dapat mengalirkan minyak pada tekanan dan pada jumlah yang dibutuhkan, oleh karenanya pompa minyak bantu dipasang untuk mensuplai minyak pada tekanan yang dibutuhkan ke bantalan turbin dan generator. Pompa ini dapat digerakkan oleh turbin ataupun oleh motor listrik. Sebelum menstart turbin, pompa minyak bantu mensuplai minyak pada tekanan yang dibutuhkan baik untuk pelumasan maupun untuk sistem pengaturan kecepatan.

Uap segar disuplai ke turbin oleh pompa minyak utama melalui nosel. Rotor pompa minyak dipasang pada perpanjangan poros turbin yang dipasangi cakram turbin. Rotor pompa minyak dipasang sedemikian rupa sehingga rotor itu akan tetap terbenam di dalam minyak yang ada di reservoir, yang membantu dalam mempertahankan rotor pompa tetap dalam keadaan siap dioperasikan (tetap terisi minyak).

Dari pompa minyak, minyak suplai yang bertekanan dialirkan ke pemipaan utama melalui katup satu arah. Jika pompa minyak utama telah mencapai tekanan normalnya, pompa minyak bantu secara otomatis akan dihentikan, dan katup satu arah akan tertutup akibat tekanan minyak yang dialirkan dari pompa minyak utama.

Pada waktu penghentian operasi turbin, pompa minyak bantu dioperasikan lagi. Disamping pompa minyak bantu ( baik yang digerakkan oleh turbin maupun motor listrik ) adalah biasa untuk menyediakan pompa minyak cadangan yang digerakkan oleh motor listrik untuk mensuplai ke berbagai bantalan turbin.

#### 2.4 Sistem Pemutusan Hubungan Pada Putaran Lebih ( Over Speed )

Bila turbin mempunyai sistem pengaturan kecepatan yang tidak begitu memuaskan, kenaikan kepesatan poros yang tiba-tiba pada waktu pemutusan hubungan beban bisa mencapai angka yang membahayakan. Batas kecepatan lebih yang biasa diambil kira-kira 10 kepesatan lebih akan memutus hubungan tuas yang juga akan memutus hubungan antarkunci ( interlock ). Gaya tarik pegas ulir akan memutar tuas dan segmen dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam. Sekarang segmen meninggalkan takikannya ( notch ) pada selongsong dan membiarkan katup menutup akibat tekanan pegasnya sendiri, yang dengan demikian akan menghentikan suplai uap ke turbin.

Bila katup stop hendak dibuka kembali, operasi yang berikut ini harus dilakukan. Roda tangan katup stop diputar dalam arah menutup. Selama operasi ini, selongsong akan bergeser keatas. Tuas-tuas dan segmen sekarang akan dikembalikan ke kedudukannya semula. Katup

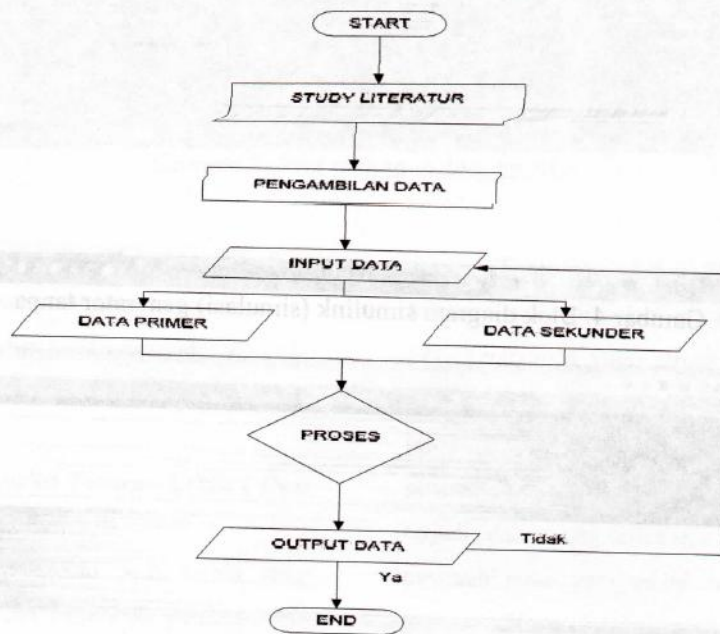
sampai 12% dari kecepatan operasi normal. Jadi setiap turbin dilengkapi dengan satu atau dua pemutus hubungan yang akan menghentikan suplai uap ke turbin jika putaran turbin telah mencapai batas tertentu. Alat ( device ) pemutus hubungan kecepatan lebih terdiri dari pengatur sentrifugal yang tidak stabil ( pengatur yang tak staktik ). Gambar menunjukkan rincian utama konstruksi pengatur tak static jenis cincin. Cincin eksentrik langsung dipasang pada poros turbin. Cincin eksentrik dibuat tetap pada kedudukannya seperti yang ditunjukkan oleh gambar. Eksentrisitas pengatur diberikan oleh jarak antara sumbu poros turbin dan titik bobot cincin pengatur. Jarak menunjukkan panjang langkah pengatur. Cincin pengatur dipindahkan sepanjang  $a$  bila kecepatan poros turbin mencapai kecepatan batas. Pengatur-pengatur kecepatan lebih dibuat dari berbagai konstruksi yang berbeda. Salah satu alat pemutus hubungan kepesatan lebih yang *terbanyak dipakai ditunjukkan pada gambar*. Per pengatur  $l$ , bila mencapai

stop sekarang dibuka dengan bantuan roda tangan. Untuk turbin-turbin kapasitas menengah dan besar, penutupan katup stop sewaktu terjadi kepesatan lebih diperoleh dengan bantuan pengendali hidraulik. Dalam hal terjadinya kepesatan lebih melewati kepesatan batas, pen  $l$  pemutus hubungan kepesatan lebih akan memukul lengan kiri tuas dan dengan demikian akan melepaskan kunci. Disebabkan oleh tegangan pegas, tuas akan mendorong piston servomotor ke bawah. Dengan perpindahan piston servomotor minyak yang secara normal mengalir dari ruang ke ruang diarahkan ke sistem pelumasan turbin, dan pada saat yang bersamaan minyak dari ruang , yakni minyak pengatur menemukan jalannya ke penguras minyak

melalui ruang . Pengurasan minyak ini dari sistem pengaturan akan menyebabkan menutupnya katup pengatur dan dengan demikian akan menghentikan suplai uap ke turbin.

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PT. Canang Indah Power Plant 2x7 MW, kemudian data yang diperoleh dianalisa ,menggunakan MATLAB versi 7.1 guna memperoleh hasil yang akurat. Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### 4. Analisa Data Dan Pembahasan

#### 4.1. Analisis Perubahan Osilasi Frekwensi

Model simulasi *Automatic Governor Controller (AGC)* dengan parameter data sebagai berikut:

Konstanta turbin ( $\tau T$ ) = 0.5 detik

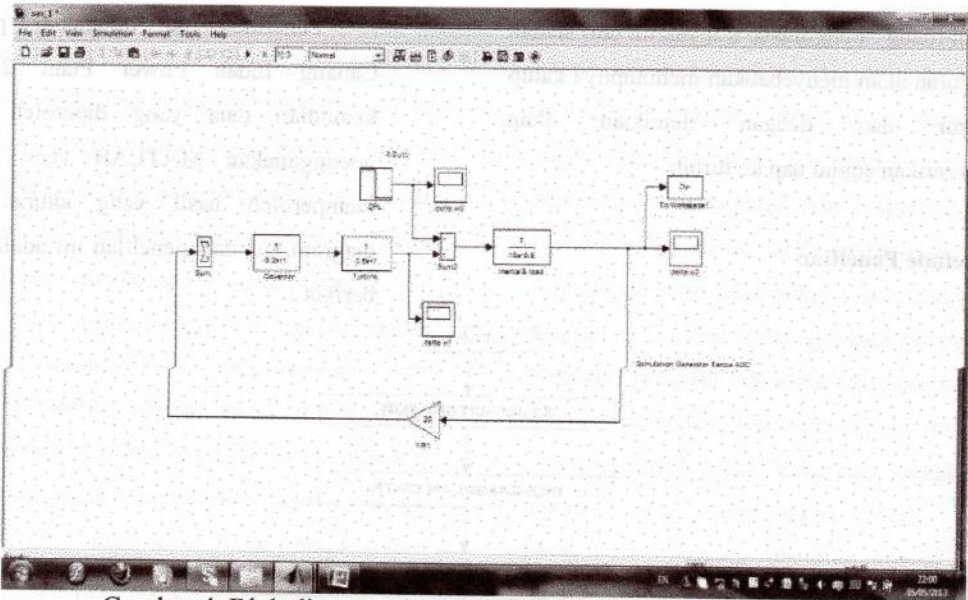
Konstanta waktu governor ( $\tau G$ ) = 0.2 detik

Konstanta Inersia Generator = 5 detik

Regulasi kecepatan governor =  $R$  per unit

Variasi perubahan beban akibat frekwensi ( $D$ ) = 0.8

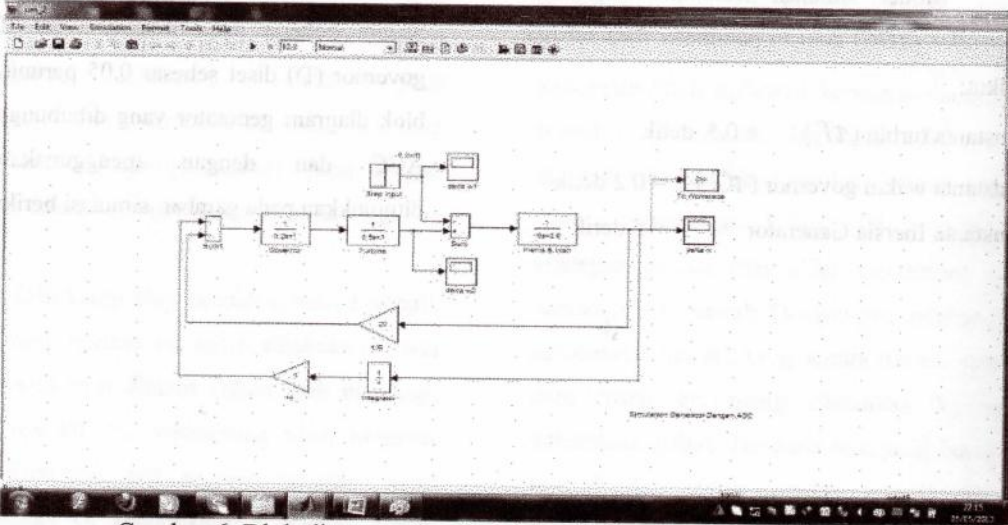
Sistem bekerja pada frekwensi 50 Hz, speed governor ( $D$ ) diset sebesar 0.05 perunit. Gambar blok diagram generator yang dihubungkan tanpa AGC dan dengan menggunakan AGC ditunjukkan pada gambar simulasi berikut ini:



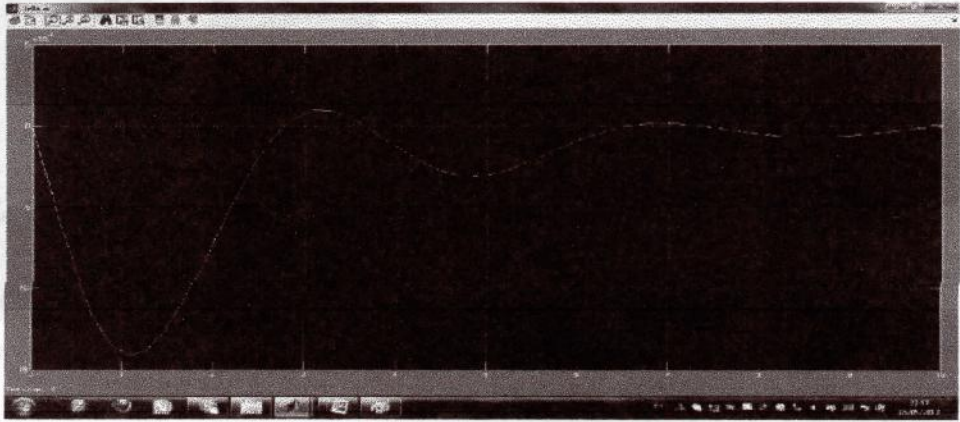
Gambar 4. Blok diagram simulink (simulasi) generator tanpa AGC



Gambar 5. Plot respon  $\omega$  tanpa AGC



Gambar 6. Blok diagram simulink (simulasi) generator dengan AGC



Gambar 7. Plot respon  $\omega$  dengan AGC

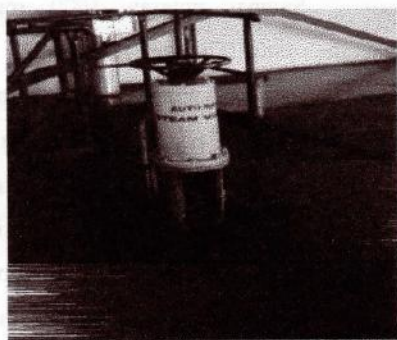
Dari simulasi terlihat respon perbaikan osilasi frekwensi ditinjau dari magnitudo respon simulasi dan perubahan kecepatan sudut menjadi stabil setelah pemasangan AGC (Gambar 6)

#### 4.2. Penyetelan Proteksi Putaran Lebih ( *Over Speed* ) Secara Mekanis

Kondisi operasional pada turbin yang sangat berbahaya ialah terjadinya putaran lebih (*over speed*), yaitu putaran yang berlaku diatas putaran yang direncanakan sesuai dengan rancangan mesin, yaitu sekitar 3000 rpm untuk turbin dan generator bila dikopel langsung (*Direct Couple*). Roda-roda turbin yang berdiameter besar, dan terutama roda-roda belakang, pada tingkat akhir yaitu tingkat bertekanan rendah, akan menjadi sasaran dari beban gaya-gaya sentrifugal yang sangat besar. Bila putaran turbin melebihi putaran yang ditentukan yaitu sekitar 3000 rpm, maka tegangan yang disebabkan gaya sentrifugal pada sudu-sudu gerak akan melebihi tegangan lumer (*yield strength*), material dan rotor akan retak dan pecah secara *harfiah*. Alat proteksi yang sering dipakai adalah satu atau dua bobot eksentrik seperti gambar dibawah ini, yang dipasang pada poros turbin dengan pegas pengatur.

Sampai putaran 3000 rpm, dengan toleransi yang diijinkan biasanya  $\pm 10\%$ , maka gaya sentrifugal yang terjadi pada bobot, lebih rendah dari gaya pengatur pegas kembali (gaya lawan pegas). Bila kelebihan putaran 10% pada putaran 3000 rpm, maka gaya sentrifugal yang terjadi adalah yang terbesar, maka bobot bergerak menjauhi pusat, yang selanjutnya akan menaikkan gaya sentrifugal dan begitulah seterusnya. Begitu bobot meninggalkan sisa posisinya, maka perimbangan (*balance*) antara gaya sentrifugal dan gaya lawan pegas akan segera terjadi. Bobot bergerak menjauhi pusat dalam batasan penyetop mekanik. Dengan memutarnya keposisi baru, maka bobot akan membebaskan lidah gigi peralatan yang menutup semua sistem saluran masuk uap. Secara umum turbin uap dilengkapi dengan dua peralatan trip putaran lebih (*over speed tripping*) untuk mengurangi sampai tingkat minimum, bahaya yang disebabkan oleh sistem proteksi yang tidak berfungsi. Pabrik pembuat biasanya melengkapi bobot dengan fasilitas alat injeksi oli secara manual. Sebagai contoh, sebelum suatu shut down normal, sementara turbin masih pada putaran 3000 rpm, oli diinjeksikan kedalam salah satu bobot. Muatan oli ditambahkan kepada bobot, memecah gaya

sentrifugal, dan mengembalikan keseimbangan gaya serta menggerakkan alat sistem pengaman. Oli dari sistem pengaman mengalir melalui beberapa alat tertentu secara seri sebelum sampai pada peralatan servo motor yang mengontrol peralatan pembagi uap. Sistem kontrol keamanan, sebagaimana sistem pengaman lainnya, yang dapat diketahui, dirancang untuk mereduksi tekanan oli didalam sistem tersebut. Untuk keperluan ini, maka setiap regulator pengaman dilengkapi dengan sebuah katup luncur gangguan (tripping slide valve



Gambar 8. Main valve steam

Dalam penyetelan proteksi putaran lebih dilakukan dengan memutar turbin sampai alat proteksi bekerja, setelah dilakukan penyetelan didapat settingan sebesar 3300 rpm. Disaat putaran 3300 rpm maka alat proteksi pemutus kecepatan lebih akan bekerja, hal ini terjadi karena adanya gaya sentrifugal yang menyebabkan proteksi bekerja. Alat pemutus kecepatan lebih akan menutup suplai minyak ke *main valve*, dimana *main valve* akan tertutup dan suplai uap ke turbin akan tertutup sehingga putaran turbin akan turun secara perlahan-lahan.



Gambar 9. Alat proteksi putaran lebih mekanis

#### 4.3. Proses Pelepasan beban ( *Load Shedding* )

Turunnya putaran turbin karena adanya gangguan pada unit pembangkit yang mengakibatkan terjadinya putaran lebih sehingga alat proteksi putaran lebih bekerja dan menutup suplai minyak ke *main valve* dengan turannya putaran tentu akan menyebabkan frekuensi jua akan turun. Apabila laju frekuensi ( $df/dt$ ) besar dapat membahayakan sistem, sehingga untuk menghindarkan gangguan yang lebih besar perlu dilakukan pelepasan beban. Pada saat frekuensi bernilai 45 Hz selama 1 detik maka *Circuit Breaker* akan menutup dan menyebabkan generator trip dan melepaskan semua beban, dengan kata lain terjadi *black out*.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada penulisan ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jika terjadi putaran lebih ( *over speed* ), maka alat pemutus kecepatan lebih pada poros turbin akan memukul alat proteksi putaran lebih, hal ini terjadi karena adanya gaya sentrifugal yang timbul saat terjadi *over speed*. Alat proteksi ini akan menutup suplai minyak ke *main valve* yang menyuplai uap ke dalam turbin. Saat putaran turbin turun maka



frekuensi juga akan turun, sampai nilai *settingan relay* frekuensi 45 Hz selama 1 detik maka *Circuit Breaker* akan menutup dan melepaskan semua beban *pada sistem (black out)*.

<http://elreg-05.blogspot.com/2010/01/sistem-proteksi-terhadap-putaran-lebih.html>  
jam 20.00 WIB, 3 Desember 2012.

[http://jre.elektro.unsyiah.ac.id/wp-content/uploads/2012/04/7\\_2\\_0\\_25\\_3J.pdf](http://jre.elektro.unsyiah.ac.id/wp-content/uploads/2012/04/7_2_0_25_3J.pdf)  
di jam 20.30 WIB, 2 Mei 2012.

2. Dari hasil simulasi menunjukkan AGC (*Automatic Governor Controller*) dapat mempercepat kestabilan governor kepada frekwensi semula ketika mengalami gangguan.

[http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrial-technology/2009/Artikel\\_10402008.pdf](http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrial-technology/2009/Artikel_10402008.pdf)  
jam 21.00, 16 November 2012.

Marsudi D, 2006, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Graha Ilmu, Yogyakarta.

Marsudi D, 2006, "*Pembangkitan Energi Listrik*", Erlangga, Jakarta.

Siemens book, 2006, "*Parameter Relay Protection Siemens*", PT Canang Indah Power Plant, Belawan.

Siregar H.R, 2008, "*Analisis Penurunan Frekuensi Akibat Gangguan Unit Pembangkit Terhadap Performasi Under Frequency Relay (UFR) Pada Sistem Tenaga Listrik*", *Jurnal Rekayasa Elektika* Volume 7 No.2 hal 25-31, Universitas Syiah Kuala.

Shlyakhin P, 1999, "*Turbin Uap Teori Dan Rancangan*", Erlangga, Jakarta.

#### Daftar Pustaka

Prof C.R, 1983, "*Sistem Pengaturan*", Erlangga, Jakarta.

Muzan A, 2009, "*Analisis Governor Pada Pengaturan Frekuensi PLTGU Di PT Indonesia Power UPB Priok*", Universitas Gunadarma, Depok.

Protection manual, 2006, "*Single Channel Zero Speed Monitor*", PT Canang Indah Power Plant, Belawan.

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL PERAN TEKNOLOGI DI ERA GLOBALISASI II

THEMA :  
PENGUATAN SISTEM INOVASI DAERAH

Senin, 25 November 2013  
Hotel Grand Antares Medan



**Penerbit :**  
**BIRO PUBLIKASI DAN DOKUMENTASI - ITM**  
Jl.Gedung Arca No.52 Medan - 20217  
Telp. (061) 7363771, Fax. (061)7347913

<b>Penerapan <i>Human Computer Interaction</i> Pada Aplikasi <i>Game</i> Tebak Kartu</b> Edi Wijaya, Feriani Astuti Tarigan .....	173-178
<b>Aplikasi Real Count Pemilihan Kepala Daerah Sebagai Alat Ukur Pemetaan Politik Partai Studi Kasus Tapanuli Utara</b> Yoshida Sary .....	179-189
<b>Pengolahan Data Stroke, Chain Code Dan Area Code Tanda Tangan Dengan Metode Backpropagation</b> Fadlin .....	190-197
<b>Desain Manajemen Basisdata Profil Sd Pinggiran Kota Bengkulu Berbasis Spasial</b> Boko Susilo dan Rusdi Efendi .....	198-208
<b>Sistem Pendeteksi Arus Motor Listrik Menggunakan Personal Komputer</b> Hermayani, Syamsuddin Lubis .....	209-215
<b>Pengaruh Perubahan Tegangan Supply Terhadap Putaran Dan Torsi Motor Dc Shunt (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi Listrik Ft-Usu)</b> Syamsul Amien .....	216-221
<b>Rancang Bangun <i>Hydroelectric</i> Generator Satu Fasa Menggunakan Motor Induksi Sisa Pakai Untuk Pltmh</b> Rimbawati dan Abdul Aziz Hutasuhut .....	222-223
<b>Karakterisasi Esi La (Iii) Dengan Ionofor 1-Fenil-3-Metil-4-Benzoil-5-Pirazolon (Hpmbp)</b> Herlina .....	234-243
<b>Analisa Kualitas Daya Pada <i>Coefficient Of Performance (COP)</i> Split Air Conditioner 1 Pk Dan Desain Filter Harmonisa</b> Abd. Syakura, Syofyan Anwar Syahputra, M. Fadlan Siregar .....	244-249
<b>Metode Regresi Polinom Untuk Menentukan Besarnya Arus Start Motor Induksi ....</b> Raja Harahap .....	250-253
<b>Analisis Kenaikan Frekuensi Akibat Gangguan Pada Unit Pembangkit Terhadap Performansi Proteksi Putaran Lebih ( Over Speed ) Di Pt. Canang Indah Power Plant 2x7 Mw</b> Muhammad Adam .....	254-265
<b>Perancangan Lampu Hias Motif Narcissus Light Dengan Menggunakan Mikrokontroler At89s51</b> Mahrizal Masri .....	266-274
<b>Perancangan Alat Pendeteksi Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535</b> Suhelmi dan Bambang Hermanto .....	275-282

## ANALISIS KENAIKAN FREKUENSI AKIBAT GANGGUAN PADA UNIT PEMBANGKIT TERHADAP PERFORMANSI PROTEKSI PUTARAN LEBIH ( OVER SPEED ) DI PT. CANANG INDAH POWER PLANT 2x7 MW

Muhammad Adam

Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Jln.Kapt Mukhtar Basri No. 03 Medan  
Email : adam.pelangini@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan berbagai industri, hingga kebutuhan rumah tangga. Oleh karena itu diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik yang kontinuitas pelayanannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pusat-pusat pembangkit listrik yang ada harus dapat selalu memenuhi beban yang berubah-ubah serta daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik haruslah cukup melayani kebutuhan tenaga listrik dan pelanggan.

Dalam penelitian ini akan ditinjau sistem pelepasan beban pada saat terjadi gangguan pada unit pembangkit yang dapat mengakibatkan putaran lebih ( over speed ), selain itu juga akan ditinjau perubahan osilasi frekuensi dengan menggunakan AGC (Automatic Governor Controller). Pengambilan data dilakukan dengan melakukan kunjungan langsung ke PT. Canang Indah Power Plant 2x7 MW. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyetelan alat proteksi putaran lebih dan untuk mengetahui cara pelepasan beban pada sistem.

Dari hasil analisis data diperoleh , Jika terjadi putaran lebih ( over speed ) maka alat pemutus kepesatan lebih pada poros turbin akan memukul alat proteksi putaran lebih. Hal ini terjadi karena adanya gaya sentrifugal yang timbul saat terjadi over speed. Alat proteksi ini akan menutup suplai minyak ke main valve yang menyuplai uap ke dalam turbin, Saat putaran turbin turun maka frekuensi juga akan turun, sampai nilai frekuensi 45 Hz selama 1 detik maka Circuit Breaker akan menutup dan melepaskan semua beban pada sistem. Dengan menggunakan AGC (Automatic Governor Controller), frekuensi akan menuju titik kestabilan pada saat terjadi perubahan rekuensi yang disebabkan gangguan unit pembangkit.

**Kata kunci :** frekuensi, pembangkit, proteksi, putaran lebih

### 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan kebutuhan berbagai industri, hingga kebutuhan rumah tangga. Oleh karena itu diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik yang kontinuitas pelayanannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pusat-pusat pembangkit listrik yang ada harus dapat selalu memenuhi kebutuhan beban yang berubah-ubah serta daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik haruslah cukup melayani kebutuhan tenaga listrik dan pelanggan.

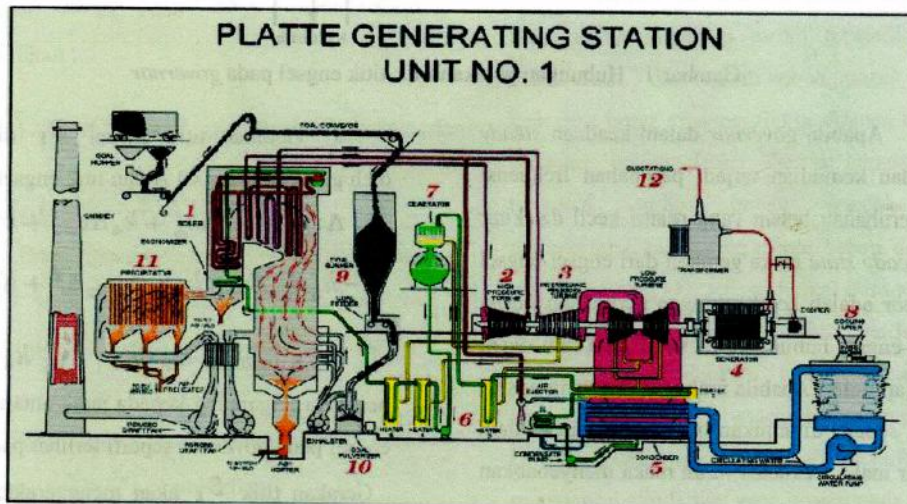
Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu pusat pembangkit energi listrik yang memanfaatkan tenaga uap. Uap diperoleh dari hasil pemanasan air pada ketel uap (boiler) sampai pada suhu tertentu, uap tersebut dialirkan ke turbin, dimana uap yang bertekanan tersebut akan memutar sudu-sudu turbin, sudu-sudu yang berputar akan memutar rotor generator yang dikopel dengan poros turbin sehingga generator menghasilkan energi listrik.

Pengaturan frekuensi sistem, harus dilakukan dengan melakukan pengaturan penyediaan daya aktif dalam sistem. Pengaturan penyediaan daya aktif dilakukan dengan pengaturan besarnya kopel mekanis yang diperlukan untuk memutar generator. Hal ini berarti pengaturan pemberian uap pada turbin uap dan pengaturan pemberian bahan bakar pada turbin gas dan mesin diesel serta pengaturan banyaknya air yang masuk ke turbin air pada unit PLTA dilakukan oleh *governor* unit pembangkit.

Oleh sebab itu penelitian ini melakukan analisis untuk mengetahui: a) dampak pelepasan beban yang mengakibatkan kestabilan berubah, b) bagaimana sistem pengaturan otomatis menggunakan *Automatic Governor Controller* dengan cara simulasi berdasarkan data yang ada pada PT. Canang Indah Power Plant 2x7 MW.

## 2. Landasan Teori

Secara umum bagian-bagian suatu Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah sebagai berikut



Gambar 1. Sistem PLTU

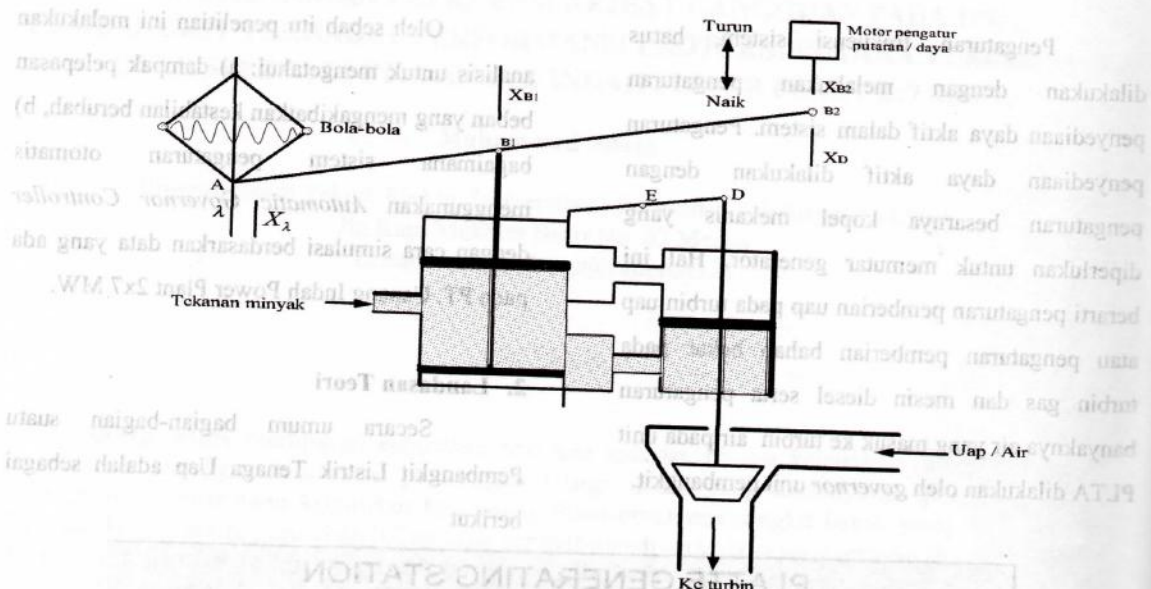
### Tinjauan Matematis Respon Waktu Dari Governor Terhadap Frekuensi ( Keadaan Steady State )

Untuk mengadakan tinjauan matematis terhadap respon waktu ( *time respon* ) dari *governor* gambar dengan menonjolkan arah gerak di titik-titik engsel pada *governor*. Pengaturan primer yang dilakukan *governor* dalam menghadapi perubahan-perubahan memerlukan waktu. Bagaimana pengaruh *governor* dalam menghadapi perubahan beban waktu. Bagaimana pengaruh *governor* selama pengaturan primer

tersebut berlangsung ditunjukkan sebagai karakteristik. Frekuensi versus waktu, menggambarkan respon waktu dari *governor*.

Masukan ( input ) ke *governor* diterima :

- Melalui titik A yaitu apabila terjadi perubahan frekuensi yang selanjutnya akan diikuti dengan pengaturan primer dari *governor*.
- Melalui titik  $B_2$  yaitu apabila dilakukan pengaturan sekunder baik secara manual maupun melalui motor pengatur putaran.



Gambar 1. Hubungan gerakan titik-titik engsel pada governor

Apabila governor dalam keadaan *steady state* dan kemudian terjadi perubahan frekuensi atau perubahan beban yang relatif kecil disekitar titik *steady state* maka gerakan dari engsel-engsel governor adalah kecil sehingga perubahan posisi engsel-engsel hubungannya satu sama lain dapat dianggap linier. Apabila arah gerakan yang positif adalah seperti ditunjukkan oleh arah panah dalam gambar maka frekuensi turun maka menyebabkan perubahan daya, sehingga didapat :

$$\Delta X_A = -K_1 \Delta P \quad (1)$$

Ada tanda negatif karena titik A bergerak ke arah positif apabila frekuensi turun sebesar  $\Delta f$ .

Apabila unit pembangkit dari governor yang dibahas paralel dengan sistem yang besar maka  $\Delta X_{B2}$  akan menyebabkan perubahan daya  $\Delta P$  dan praktis tidak menimbulkan perubahan frekuensi, sehingga dapat ditulis :

$$\Delta X_{B2} = -K_2 \Delta P$$

Gerakan titik engsel  $B_1$  dipengaruhi oleh gerak titik engsel A dan titik engsel B, maka:

$$\begin{aligned} \Delta X_{B1} &= k_2 \Delta X_A + k_4 \Delta X_{B2} + k_5 \Delta X_D \\ &= -k_2 \cdot k_1 \Delta P + k_4 k_2 \Delta X_{B2} \Delta f + K_2 \Delta X_D \end{aligned}$$

Konstanta  $k_1, k_2, k_3, k_4$  dan  $k_5$  besarnya tergantung kepada jarak antara titik-titik engsel pada governor seperti terlihat pada gambar. Gerakan titik  $B_1$  akan menggerakkan titik D melalui sistem hidrolik. Dari gambar ini dapat dilihat bahwa besarnya gerakan titik D tergantung kepada :

1. Jauh dekatnya titik  $B_1$  bergerak untuk membuka aliran minyak bertekanan ke arah penghisap yang mengangkat titik D.

2. Lamanya titik  $B_2$  memberi kesempatan tekanan minyak tersebut dalam butir (1) mengangkat penghisap titik D.

Kedua hal tersebut diatas dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\Delta X_D = K_3 (-\Delta X_{B1}) \Delta t \quad (3)$$