

43552

raf

TJ217.5 .A94 2007



0000043552

Kawalan frekuensi lampau lebih dan kurang pada model turbin gas menggunakan pengawal tambahan logik fuzzy / Azizan Firdaus Mohamad.

**KAWALAN FREKUENSI LAMPAU LEBIH DAN KURANG
PADA MODEL TURBIN GAS MENGGUNAKAN PENGAWAL
TAMBAHAN LOGIK FUZZI**

AZIZAN FIRDAUS BIN MOHAMAD

MEI 2007

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri).”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : EN. HIDAYAT BIN ZAINUDDIN

Tarikh : 7 MEI 2007

**KAWALAN FREKUENSI LAMPAU LEBIH DAN KURANG PADA MODEL
TURBIN GAS MENGGUNAKAN PENGAWAL TAMBAHAN LOGIK FUZZI**


AZIZAN FIRDAUS BIN MOHAMAD

**Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Syarat Sebahagian Daripada Syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

Mei 2007

“ Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan :..........

Nama Penulis : AZIZAN FIRDAUS BIN MOHAMAD

Tarikh : 7 MEI 2007

Untuk ayahanda dan bonda tersayang

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah dan selawat serta salam ke atas nabi junjungan Nabi Muhammad S.A.W. Syukur saya ke hadrat Ilahi dengan limpah kurnia-Nya, Projek Sarjana Muda ini telah berjaya disempurnakan.

Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia bagi projek ini iaitu En Hidayat bin Zainuddin. Segala tunjuk ajar, dorongan dan bimbingan yang telah diberikan kepada saya dalam melaksanakan projek ini tidak akan dilupakan. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada para pensyarah yang lain atas segala pandangan dan bantuan yang telah dihulurkan sepanjang perjalanan kajian ini.

Ucapkan terima kasih juga kepada ayahanda Mohamad bin Othman dan bonda Asmah binti Yaacob yang tidak pernah putus-putus memberikan dorongan dan sokongan kepada anakanda dalam melaksanakan projek ini. Juga tidak dilupakan kepada ahli keluarga yang sentiasa mendoakan kejayaan saya di dalam menjalani proses pembelajaran di sini. Kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak membantu dalam memberikan idea dan pandangan, jasa kalian semua tidak akan pernah hilang dalam ingatan ini.

ABSTRAK

Projek ini adalah mengenai sistem kawalan frekuensi bagi turbin gas di mana sistem ini disimulasikan dengan menggunakan perisian *Matlab / Simulink* dan *Fuzzy Logic Toolbox*. Kawalan frekuensi penting untuk mengekalkan keseimbangan diantara kuasa elektrik yang dijana oleh penjana dan kuasa yang digunakan oleh beban sistem kuasa. Perubahan beban secara tiba-tiba boleh menyebabkan berlakunya frekuensi lampau tinggi atau lampau rendah. Kedua-dua keadaan ini boleh memberikan kesan yang buruk pada penjana jika ia kerap berlaku. Oleh itu projek ini menggunakan suap balik pecutan logik fuzzi untuk mengurangkan frekuensi lampau tinggi dan rendah pada turbin gas. Pengawal ini disambungkan dengan Kawalan Penjanaan Automatik atau AGC untuk mengembalikan frekuensi kepada nilai sebenar. Analisis pada prestasi pengawal telah menunjukkan bahawa kestabilan sistem kuasa telah ditingkatkan dengan mengurangkan frekuensi lampau lebih dan kurang pada had yang dibenarkan.

ABSTRACT

This project is about fuzzy logic acceleration feedback frequency controller for gas turbine to increase the quality of power system. This controller was designed and simulated using Matlab / Simulink and Fuzzy Logic Toolbox. Frequency control is important to perpetuate the balance between the power generate by the generator and the power consumed by the load. The sudden changes of load can cause the over and under frequency in power system. Both events can bring damages to generator if both happen frequently. Thus, the controller is integrated with Automatic Generation Control (AGC) to restore the frequency back to nominal value. Analysis on the performance of the controller has shown that the power system stability is improved in which the major over and under frequency has been reduced to allowable limit.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SINGKATAN	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
I	PENGENALAN PROJEK	
	1.1 Latar Belakang Dan Penyataan Masalah	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Skop	3
	1.4 Metodologi	3
	1.4.1 Pembinaan model	3
	1.4.2 Merekabentuk pengawal frekuensi pintar tambahan	3
	1.4.3 Pengujian keberkesanan	4
	1.4.4 Analisis projek	4
	1.5 Ringkasan Laporan	6
II	KAJIAN LITERATUR	
	2.1 Pengenalan	8
	2.2 Rumusan	12
III	PEMBINAAN MODEL TURBIN GAS	
	3.1 Pengenalan	13
	3.2 Sistem Kawalan Kuasa	14
	3.3 Pengawal Frekuensi Beban (LFC)	15

3.3.1 Model Penjana	16
3.3.2 Model Beban	18
3.3.3 Model Penggerak Utama (<i>prime mover</i>)	18
3.3.4 Model Governor	19
3.3.5 Model Sistem Kawalan Suhu	21
3.4 Kawalan Penjanaan Automatik (<i>Automatic Generation Control@ AGC</i>)	22
IV	PENGENALAN KEPADA LOGIK FUZZI
4.1 Pengenalan	24
4.2 <i>Membership Function</i>	25
4.2.1 Perwakilan Linear	25
4.2.2 Perwakilan Lengkungan-S (<i>Sigmoid</i>)	26
4.2.3 Perwakilan Segi Tiga	27
4.2.4 Perwakilan Trapeziodal	28
4.2.5 Perwakilan <i>Gaussian</i>	28
4.3 Operasi Logik Fuzzi (<i>Logic Fuzzy Operation</i>)	30
4.4 Aturcara (<i>rules</i>) <i>If-Then</i>	31
4.5 Sistem Inferen Fuzzi (<i>Fuzzy Inference System (FIS)</i>)	31
V	PENGAWAL PINTAR LOGIK FUZZI
5.1 Pengenalan	33
5.2 Strategi Kawalan	34
5.3 Rekabentuk Pengawal Logik Fuzzi	36
5.3.1 Masukan Pengawal	36
5.3.2 Keluaran Pengawal	39
5.3.3 Aturcara Pengawal	40
VI	SIMULASI KOMPUTER DAN ANALISIS
6.1 Pengenalan	43
6.2 Ujian Terhadap Model GAST	43
6.2.1 Keputusan Ujian Peningkatan Beban	45
6.2.2 Keputusan Ujian Kejatuhan Beban	47
6.3 Ujian Terhadap Pengawal	48

6.3.1 Analisis Keputusan Ujian Peningkatan Beban	51
6.3.2 Analisis Keputusan Ujian Kejatuhan Beban	53
6.4 Kesimpulan Ujian	56
VII KESIMPULAN DAN CADANGAN	57
RUJUKAN	59
LAMPIRAN	60

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	HALAMAN
4.1	Jadual kebenaran bagi operasi AND, OR dan NOT.	30
4.2	Jadual kebenaran bagi operasi AND, OR dan NOT yang turut menggunakan operasi logik fuzzy	31
5.1	Empat keadaan asas	35
5.2	Kategori had pecutan	37
5.3	Kategori frekuensi dan hadnya.	38
5.4	Kategori isyarat pengawal dan nilai isyarat	39
5.5	Aturcara pengawal	41
6.1	Parameter GAST 95 MVA	45
6.2	Variasi perubahan beban pada masukan blok <i>step</i>	49
6.3	Keputusan ujian peningkatan beban	53
6.4	Keputusan ujian kejatuhan beban	55

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Carta alir pelaksanaan projek	5
3.1	Sistem penjanaan tubin gas dan kawalan frekuensi	14
3.2	LFC dan AVR bagi sebuah penjana	15
3.3	Gambarajah blok bagi penjana GAST	17
3.4	Gambarajah blok penjana GAST yang diringkaskan	17
3.5	Gambarajah blok bagi turbin GAST bukan pemanasan semula	19
3.6	Gambarajah blok bagi model governor	20
3.7	Gambarajah blok bagi satu sistem turbin gas GAST	21
3.8	Gambarajah blok sistem turbin GAST dengan penambahan sistem kawalan suhu	22
3.9	Gambarajah blok sistem turbin GAST dengan penambahan sistem kawalan suhu dan AGC	23
4.1	Fungsi logik fuzzy dalam <i>Matlab</i>	25
4.2	Perwakilan linear	26
4.3	Perwakilan lengkungan-S	26
4.4	Parameter untuk perwakilan lengkungan-S	27
4.5	Perwakilan segi tiga	27
4.6	Perwakilan trapezoidal	28
4.7	Perwakilan <i>Gaussian</i>	28
4.8	Graf bagi trimf dan trapmf.	29
4.9	Lengkungan bagi gaussmf, gauss2mf dan gbellmf.	29
4.10	Lengkungan bagi sigmf, dsigmf dan psigmf.	29
4.11	Lengkungan bagi zmf, pimf dan smf.	30

NO	TAJUK	HALAMAN
5.1	Penetapan jenis pecutan dalam <i>Membership Function Editor</i> .	37
5.2	Penetapan jenis frekuensi dalam <i>Membership Function Editor</i> .	38
5.3	Penetapan kategori isyarat pengawal dalam <i>Membership Function Editor</i> .	40
5.4	Aturcara pengawal dalam <i>Rule Editor</i>	42
6.1	Simulasi sistem penjanaan kuasa turbin gas model GAST.	44
6.2	Graf peningkatan Pe dan kesan kepada Pm	45
6.3	Graf kejatuhan frekuensi dan perubahan frekuensi akibat peningkatan beban	46
6.4	Graf kejatuhan Pe dan kesan kepada Pm	47
6.5	Graf peningkatan frekuensi dan perubahan frekuensi akibat kejatuhan beban	48
6.6	Simulasi sistem penjanaan kuasa turbin gas model GAST dengan pengawal frekuensi pintar tambahan (ITC).	49
6.7	Blok pengiraan pecutan	50
6.8	Pengawal pintar tambahan logik fuzzy (ITC)	50
6.9	Graf frekuensi hasil peningkatan beban 0.2 p.u hingga 0.5 p.u.	51
6.10	Graf frekuensi hasil peningkatan beban 0.3 p.u hingga 0.8 p.u.	51
6.11	Graf frekuensi hasil kejatuhan beban 0.5 p.u hingga 0.2 p.u.	53
6.12	Graf frekuensi hasil kejatuhan beban 0.8 p.u hingga 0.3 p.u.	54

SENARAI SINGKATAN

MVA	- Mega-Volt-Ampere
MW	- Mega-Watt
AGC	- <i>Automatic Generation Control</i> (Kawalan Penjanaan Automatik)
ITC	- <i>Intelligent Turbine Controller</i> (Pengawal Turbin Pintar)
FIS	- <i>Fuzzy Inference System</i>
LFC	- <i>Load Frequency Control</i>

SENARAI LAMPIRAN

NO	TAJUK	HALAMAN
A	Profil Pengawal Dalam Struktur <i>Matlab</i>	60
B	Profil Pengawal Dalam Struktur FIS	64

BAB I

Pengenalan Projek

1.1 Latar Belakang Dan Penyataan Masalah

Dalam sistem kuasa, perubahan beban yang besar dan secara tiba-tiba boleh menghasilkan frekuensi lampau tinggi dan frekuensi lampau rendah yang jika kerap berlaku akan menyebabkan kerosakan pada penjana. Terdapat dua kaedah yang dipraktikkan dalam industri untuk mengatasi masalah ini iaitu dengan cara mengurangkan beban (*load shedding*) dan mematikan penjana (*generator tripping*) [1, 6]. Jika beban terlampau tinggi, frekuensi lampau rendah akan berlaku. Oleh itu, pengurangan beban akan dilakukan dengan memutuskan sebahagian beban dari sistem kuasa. Jika beban jatuh dengan mendadak, frekuensi lampau tinggi akan terhasil. Oleh itu, sebahagian penjana akan dimatikan daripada membekalkan kuasa elektrik.

Unit penjana turbin yang beroperasi dalam sistem kuasa mengandungi tenaga kinetik yang tersimpan dalam jisim putaran. Apabila beban meningkat secara mendadak, tenaga kinetik yang tersimpan dikeluarkan untuk menampung penambahan beban. Ini mengakibatkan rotor kehilangan tenaga kinetik dan halajunya berkurang [5]. Maka, hubungan antara daya kilas mekanikal dan elektrik serta inersia momen rotor boleh dinyatakan seperti persamaan 1.1.

$$J\alpha = T_m - T_e = T_a \quad (1.1)$$

Dengan ;

J = Jumlah inersia momen rotor dalam $\text{kg}\cdot\text{m}^2$

T_m = daya kilas mekanikal dibekalkan oleh turbin dalam N-m

T_e = daya kilas elektrik atau elektromagnet dalam N-m

T_a = Daya kilas pecutan dalam N-m

α = Pecutan

Apabila $T_m = T_e$; maka $T_a = 0$, menunjukkan kelajuan rotor adalah malar. Jika T_m lebih besar daripada T_e , T_a akan bernilai positif. Ini menunjukkan kelajuan rotor meningkat. Sebaliknya, apabila T_m lebih kecil daripada T_e , T_a akan bernilai negatif. Ini menunjukkan kelajuan rotor berkurang [5].

1.2 Objektif

Objektif projek ini dijalankan adalah seperti berikut:

- Mendapatkan dan merekabentuk model penjana turbin gas berdasarkan jurnal-jurnal yang dihasilkan oleh penyelidik terdahulu menggunakan perisian *Matlab / Simulink*
- Menjalankan analisis kepekaan pada parameter-parameter turbin gas.
- Membuat analisis kawalan frekuensi dan kuasa aktif pada model yang dihasilkan.
- Menghasilkan pengawal tambahan logik fuzzy menggunakan suap balik pecutan (*acceleration feedback*) pada turbin gas untuk mengurangkan frekuensi lampau yang berlaku akibat perubahan beban yang besar secara tiba-tiba.

1.3 Skop

Projek ini akan menggunakan perisian *Matlab* versi 7.0 untuk merekabentuk pengawal frekuensi tambahan logik fuzzy dan menjalankan simulasi pada model penjana turbin gas bukan pemanasan balik (*nonreheat*) yang terdiri daripada penjana, turbin gas, governor dan Kawalan Penjanaan Automatik (*Automatic Generation Control* atau AGC).

1.4 Metodologi

Secara umum, metodologi bagi menjalankan projek ini adalah seperti yang dibincangkan seperti di bawah:

1.4.1 Pembinaan model

Model penjanaan turbin gas yang **dibina** adalah model yang berdasarkan model GAST. Model GAST merupakan model turbin gas yang ringkas dan mempunyai parameter-parameter yang boleh digunakan untuk menunjukkan simulasi sistem turbin gas yang sebenar. Model ini dibina menggunakan perisian *Matlab / Simulink*. Beberapa pengujian dan analisis terhadap model ini akan dijalankan untuk menunjukkan keberkesanan model GAST.

1.4.2 Merekabentuk pengawal frekuensi pintar tambahan

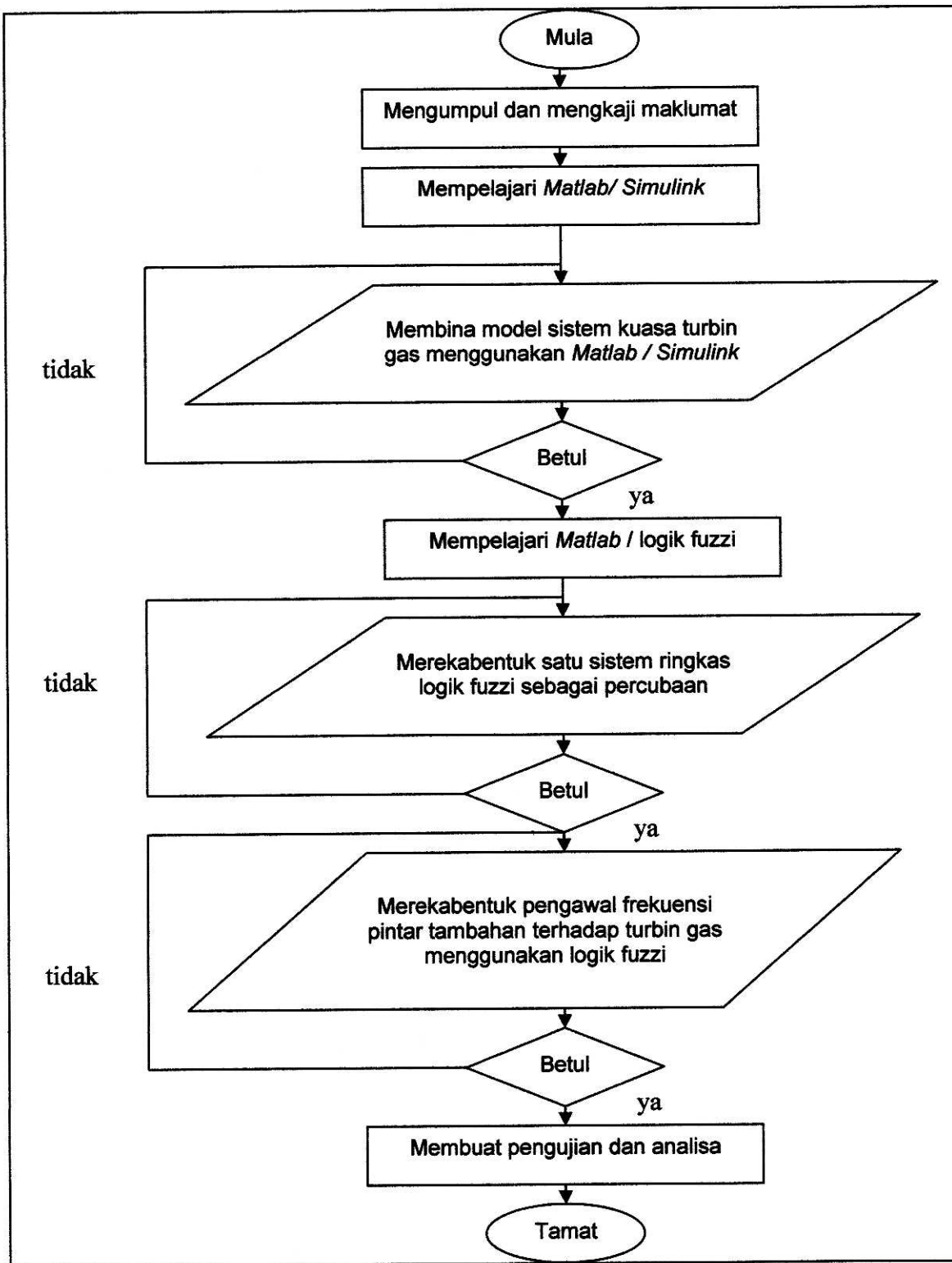
Merekabentuk pengawal menggunakan logik fuzzy. Strategi yang digunakan pengawal untuk kawalan frekuensi adalah berdasarkan kajian literatur yang dibuat terhadap beberapa rujukan. Pengawal ini akan menghadkan frekuensi lampau yang terhasil pada turbin gas akibat perubahan beban secara mendadak.

1.4.3 Pengujian keberkesanan

Membuat pengujian terhadap pengawal projek. Jika pengawal gagal berfungsi seperti yang dikehendaki, pembaikan akan dijalankan sehingga pengawal berjaya mencapai objektif. Beberapa ujian dijalankan untuk menguji prestasi pengawal projek. Ujian yang dijalankan adalah ujian peningkatan beban dan ujian kejatuhan beban.

1.4.4 Analisis projek

Membuat analisis terhadap prestasi pengawal projek. Analisis dibuat berdasarkan keputusan ujian dengan membandingkan hasil sistem tanpa pengawal projek dengan sistem yang ditambah pengawal projek.



Rajah 1.1 Carta alir pelaksanaan projek

1.5 Ringkasan Laporan

Bab II membincangkan hasil kajian terhadap kertas-kertas kerja dan bab-bab dari buku yang digunakan sebagai sumber rujukan untuk menjalankan projek ini. Hasil kajian ini akan digunakan sepenuhnya sebagai maklumat untuk pelaksanaan projek dan memastikan objektif projek tercapai.

Bab III pula membincangkan teori-teori sistem kawalan kuasa dan pembinaan model bagi sistem penjanaan kuasa dan kawalan frekuensi. Sistem kawalan kuasa yang dibincangkan ialah Kawalan Frekuensi Beban. Pembinaan model penjanaan yang ditunjukkan ialah model penjanaan turbin gas model GAST dan model kawalan frekuensi yang ditunjukkan ialah governor dan AGC.

Bab IV pula merupakan pengenalan kepada logik fuzzy yang akan digunakan untuk membina model kawalan frekuensi tambahan. Pengenalan ini termasuklah dengan fungsi logik fuzzy dan kebaikan-kebaikan menggunakannya. Selain itu diterangkan juga mengenai elemen-elemen yang terdapat dalam logik fuzzy seperti *membership functions*, operasi logik fuzzy dan juga aturcara yang digunakan dalam logik fuzzy. Bab ini juga ada membincangkan berkenaan dengan sistem inferen fuzzy (*Fuzzy Inference System*) atau FIS.

Bab V pula membincangkan berkenaan dengan pengawal pintar yang direkabentuk. Pengawal ini dibina menggunakan logik fuzzy. Bab ini membincangkan berkenaan dengan masukan dan keluaran pengawal. Bab ini juga membincangkan berkenaan dengan strategi yang digunakan untuk kawalan frekuensi. Strategi ini diaplikasikan oleh pengawal dalam bentuk aturcara logik fuzzy.

Bab VI pula membincangkan tentang hasil ujian simulasi komputer menggunakan *Matlab* versi 7.0. Terdapat beberapa jenis ujian yang digunakan untuk menguji sistem GAST yang dibina dan menguji prestasi pengawal. Hasil ujian dianalisis dengan membuat perbandingan antara sistem tanpa pengawal dengan sistem yang ditambah pengawal.

Bab VII adalah berkenaan dengan kesimpulan yang diperolehi dari pelaksanaan projek ini. Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil dan analisis prestasi pengawal. Selain itu beberapa cadangan juga diberikan untuk meningkatkan lagi prestasi pengawal.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Kajian literatur dijalankan untuk memahami konsep penjanaan turbin gas dan kawalan frekuensi terhadap sistem kuasa. Kajian ini juga dijalankan untuk mengetahui masalah berkenaan dengan frekuensi lampau dan kesannya terhadap sistem. Kajian ini juga dijalankan untuk mengetahui dan memahami proses pembinaan model-model dinamik yang akan digunakan dalam pembinaan simulasi. Selain itu, rujukan-rujukan ini juga membantu dalam memberi idea berkenaan dengan strategi-strategi yang digunakan untuk sistem pengawal yang akan direkabentuk untuk projek ini. Rujukan-rujukan ini juga banyak membantu dalam proses pembelajaran menggunakan logik fuzzy untuk menyiapkan projek ini.

Rujukan [1] adalah berkenaan dengan merekabentuk satu sistem kawalan frekuensi pintar terhadap turbin gas. Kawalan yang digunakan ialah menggunakan teknik kawalan *knowledge based* untuk meminimumkan pesongan frekuensi lampau akibat akibat perubahan beban yang mendadak. Pengawal ini juga digabungkan dengan gandaan integral tidak tetap yang juga menggunakan teknik *knowledge based*. Gandaan ini merupakan simulasi kepada Kawalan Penjanaan Automatik (*Automatic Generation Control*) di mana ianya berfungsi mengembalikan frekuensi yang terpesong kepada nilai frekuensi asal dengan secepat mungkin. Pengawal ini direkabentuk dan prestasinya diuji dengan menggunakan simulasi komputer. Hasil daripada ujian yang dijalankan menunjukkan bahawa pengawal ini berjaya mengurangkan frekuensi lampau yang terhasil pada penjana akibat perubahan beban dan sistem kembali pulih dalam masa yang singkat.