



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGENDALIAN
GERAK LONGITUDINAL PESAWAT TERBANG
DENGAN METODE *DECOUPLING***

TESIS

AGUS SUKANDI

0606151293

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK KONTROL INDUSTRI
30 DESEMBER 2009**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Agus Sukandi

NPM : 0606151293

Tanda tangan : 

Tanggal : 17 Desember 2009

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tesis ini diajukan oleh,

Nama : **Agus Sukandi**
NPM : 0606151293
Program Studi : Teknik Elektro
Kekhususan : Teknik Kontrol Industri
Judul Tesis : **Pengendalian Gerak Longitudinal**
Pesawat Terbang dengan Metode *Decoupling*

untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, dan disetujui untuk diajukan dalam sidang Tesis.

Depok, 17 Desember 2009

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Ridwan Gunawan, M.T.

Dosen Pembimbing II,



Ir. Aries Subiantoro, M.Sc.

PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh,

Nama : **Agus Sukandi**
NPM : 0606151293
Program Studi : Teknik Elektro
Kekhususan : Teknik Kontrol Industri
Judul-Tesis : **Pengendalian Gerak Longitudinal Pesawat Terbang
dengan Metode *Decoupling***

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Kontrol Industri, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

1. Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT
2. Ir. Aries Subiantoro, M.Sc.
3. Dr. Ir. Abdul Muis, M.Eng.
4. Dr. Abdul Halim, M.Eng.



Ditetapkan di Depok.

Tanggal : 30 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa, karena atas rohmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Dr. Ir. Ridwan Gunawan, M.T. dan Ir. Aries Subiantoro, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah banyak menyediakan waktu dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
- (2) Dr. Ir. Abdul Muis, M. Eng., dan Dr. Abdul Halim, M.Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam penyelesaian tesis ini.
- (3) Prof. Dr. Ir. Johny Wahjuadi M. Soedarsono, DEA., selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta, yang telah mendorong saya untuk studi lanjut.
- (4) Istri tercinta Choirijah, SH., dan anak tersayang Wafdan Musa Nursakti, Ahmad Nurfadil Ibrohim, yang telah memberikan dukungan doa.
- (5) Seluruh dosen Departemen Teknik Elektro FTUI, dan seluruh teman mahasiswa Program Magister Teknik Elektro FTUI yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap semoga Allah Yang Maha Kuasa berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Depok, 30 Desember 2009

Penulis,



ABSTRAK

Nama : **Agus Sukandi**
Program Studi : Teknik Elektro
Kekhususan : Teknik Kontrol Industri
Judul Tesis : **Pengendalian Gerak Longitudinal Pesawat Terbang dengan Metode *Decoupling***

Pesawat terbang merupakan wahana udara yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan manusia akan transportasi yang lebih cepat. Dalam merancang pesawat terbang satu di antara beberapa bidang ilmu penting yang perlu diperhatikan adalah memodelkan dan mengontrol gerakan pesawat terbang yang terdiri dari kinematika, dinamika, dan stabilitas, sehingga pesawat mampu bermanouver sesuai dengan yang diinginkan. Sistem gerak pesawat merupakan sistem MIMO (Multi Input Multi Output), di mana masing-masing input saling mempengaruhi (berinteraksi) sehingga relatif kompleks untuk dianalisa. Oleh karena itu penerapan metode *decoupling* pada sistem gerak pesawat akan mengurangi (bahkan menghilangkan) pengaruh interaksi tersebut.

Data pesawat dalam penelitian tesis ini diambil dari pesawat CHARLIE [2].

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa, sebelum adanya pengendali, gerak pesawat mempunyai karakteristik tidak stabil, karena ada nilai eigen yang positif yaitu $\lambda_{3,4} = 0.0006 \pm 0.0512i$. Tetapi gerak pesawat masih dapat dikontrol (*controllability*) dan dapat diamati (*observability*) secara lengkap, karena matriks *controllability* dan matriks *observability* mempunyai *full rank* yaitu 4.

Kemudian, setelah menggunakan pengendali dengan metoda *decoupling* gerakan pesawat sangat setabil, karena output w dapat mengikuti *set-point* setelah sekitar 12 detik, dan output q dapat mengikuti *set-point* setelah sekitar 14 detik.

Kata Kunci:

Longitudinal, *decoupling*, dan stabilitas.



ABSTRACT

Name : **Agus Sukandi**
Department : Electrical Engineering
Study Program : Industrial Control Engineering
Title : **Longitudinal Motion Control of Aircraft
using Decoupling Method**

Aircraft is mode air transportation faster movement. For designing model an aircraft need sufficient knowledge field of controls such as kinematic, dynamics and stability to fulfill requirement as needed. Parameters data for calculation and simulation longitudinal motion to be used in this thesis are taken from CHARLIE aircraft [2]. Before using controller, aircraft has unstable characteristics, because it has two positive eigen value i.e. $\lambda_{3,4} = 0.0006 \pm 0.0512i$. Aircraft still both controllable and observable, because has full rank controllability and observability matrix i.e. 4.

Design controller in this thesis using decoupling method because this method can be able elimination interaction multi input multi output. After using controller, motion of aircraft is very stable, both output, vertical velocity w and angular speed q match set-point.

Key words :

Longitudinal, decoupling, and stability.



DAFTAR ISI

Judul	i
Pernyataan Orisinalitas	ii
Pengesahan Pembimbing	iii
Pengesahan Dewan Penguji	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
DAFTAR ISI	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	1
1.3 Permasalahan	1
1.4 Metodologi Penelitian	1
1.5 Batasan masalah	1
BAB II DINAMIKA PESAWAT TERBANG	2
2.1 Aerodinamika Pesawat Terbang	2
2.2 Kinematika dan Dinamika Pesawat	3
2.2.1 Gaya pada sumbu (x, y, z)	5
2.2.1.1 Gerak translasi	6
2.2.1.2 Gerak rotasi	8
2.2.2 Linearisasi	9
BAB III PEMODELAN GERAK PESAWAT DALAM RUANG KEADAAN	12
3.1 Penurunan model matematis sistem gerak pesawat	12
3.2 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	16
3.3 Uji <i>Controllability</i> dan <i>Observability</i>	17
BAB IV PERANCANGAN SISTEM KENDALI	19
4.1 Desain pengendali ruang keadaan dengan metode Decoupling	19
4.2 Uji simulasi pengendalian	23
BAB V KESIMPULAN	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN (List Program)	30



DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Arah gaya pada pesawat	2
Gambar 2.2	Geometri aerodinamika pada wing	3
Gambar 2.3	Struktur pesawat terbang	4
Gambar 2.4	Sumbu arah gerak translasi dan rotasi	4
Gambar 2.5	Komponen gaya, momen, dan kecepatan	5
Gambar 2.6	Komponen gaya gravitasi	7
Gambar 3.1	Diagram blok sistem	14
Gambar 4.1	Diagram blok sistem kontrol metode <i>decoupling</i>	19
Gambar 4.2	<i>Control surface</i> pesawat terbang	19
Gambar 4.3	Ilustrasi sistem coupling menjadi decoupling	22
Gambar 4.4	Diagram blok ruang keadaan tanpa pengendali	23
Gambar 4.5	Step Response w dan q	24
Gambar 4.6	Step Response w tanpa pengendali	24
Gambar 4.7	Step Response q tanpa pengendali	25
Gambar 4.8	Diagram blok ruang keadaan dengan pengendali	25
Gambar 4.9	Step Response w dan q setelah dikendalikan	26
Gambar 4.10	Step Response w setelah dikontrol	26
Gambar 4.11	Step Response q setelah dikontrol	27

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 2.1	Komponen arah gaya, momen, dan kecepatan pada sumbu (x, y, z)	5
Tabel 4.1	Data Parameters Pesawat CHARLIE	12
Tabel 4.2	Data Aerodinamika Pesawat CHARLIE	13

