



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN SISTEM PENGENDALI POSISI SUDUT
DARI SIRIP ELEVATOR PADA PESAWAT TANPA AWAK**

TESIS

**ENDRO ARTONO
0806424346**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KONTROL INDUSTRI
UNIVERSITAS INDONESIA
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN SISTEM PENGENDALI POSISI SUDUT
DARI SIRIP ELEVATOR PADA PESAWAT TANPA AWAK**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister

**ENDRO ARTONO
0806424346**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KONTROL INDUSTRI
UNIVERSITAS INDONESIA
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Endro Artono
NPM : 0806424346

Tanda Tangan : 

Tanggal : 28 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Endro Artono

NPM : 0806424346

Program Studi : Teknik Elektro

Kekhususan : Teknik Kontrol Industri

Judul Tesis : Pengembangan Sistem Pengendali Posisi Sudut Sirip Elevator
pada Pesawat Tanpa Awak

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. Feri Yusivar M.Eng

2. Dr. Abdul Muis ST, M.Eng.

3. Prof. Drs. Benyamin Kusumoputro MEng., Dr.Eng

4. Ir. Aries Subiantoro M. SEE

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 8 Juli 2010

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Endro Artono
NPM : 0806424346
Program Studi : Teknik Kontrol Industri
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Pengembangan Sistem Pengendali Posisi Sudut Sirip Elevator
pada Pesawat Tanpa Awak**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 28 Juli 2010
Yang menyatakan:



(Endro Artono)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas Rahmat dan Ridho-Nya, saya dapat menyelesaikan makalah tesis ini. Penyusunan makalah tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangat membantu bagi penulis untuk dalam penyelesaian penulisan makalah ini.. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Feri Yusivar, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah banyak menyediakan waktu dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan seminar ini.
- (2) Orang tua, istri dan keluarga yang tanpa lelah selalu mendoakan dan mendorong saya dalam penyelesaian seminar ini.
- (3) Seluruh dosen Departemen Teknik Elektro FTUI, dan seluruh teman mahasiswa program Magister Elektro FTUI, khususnya Teknik Kontrol Industri yang telah banyak membantu saya dalam penyelesaian seminar ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah banyak membantu, semoga seminar ini membawa manfaat bagi pengembangan pengetahuan.

Depok, 15 Juli 2010

Penulis

ABSTRAK

Nama : Endro Artono
Program Studi : Teknik Kontrol Industri
Judul : Pengembangan Sistem Pengendali Posisi Sudut Sirip Elevator pada Pesawat Tanpa Awak

Pada beberapa pesawat tanpa awak, sirip elevator digerakkan oleh motor servo yang ditempatkan pada bagian tengah dari badan pesawat, yang dihubungkan ke sirip elevator dengan mekanisme semacam pengungkit. Hal ini sangat memungkinkan terjadinya ketidakakuratan posisi pada sudut elevator. Tesis ini bertujuan untuk membuat sistem pengendali posisi sudut untuk gerak sirip pesawat tanpa awak dengan menggunakan metode *ciancone*. Pada metode ini parameter-parameter kendali ditentukan melalui teknik grafik *chart*. Parameter yang didapatkan kemudian digunakan dalam algoritma kontrol posisi sudut sirip elevator. Pengujian sistem kontrol ini dilakukan dengan mengimplementasikan sistem kontrol gerak sirip elevator ini pada pesawat tanpa awak, kemudian mengujinya dengan menerbangkan pesawat tanpa awak tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kontrol PID yang didapatkan dari teknik grafik *ciancone* tidak dapat diimplementasikan untuk gerak sirip elevator pada pesawat tanpa awak, sedangkan kontrol PI dengan tambahan *feed forward* sinyal dari keluaran sistem ke sinyal kendali dapat berfungsi dengan baik.

Kata kunci : kontrol, PI, gerak sirip, pesawat tanpa awak.

ABSTRACT

Name : Endro Artono
Study Program : Control Engineering
Title : Development of Angle Position Control System For Elevator
Fin of Unmanned Aerial Vehicle

In some unmanned aircraft, the elevator fin is driven by the servo motor placed in the middle of the fuselage, close to the cg (center of gravitation), which is connected to an elevator with a kind of lever mechanism. This very possibility of inaccuracies in the angle of the elevator position. This thesis aims to create a control system for motion of the fin angle position of UAV using ciancone method. In this method, control parameters are determined through a chart graphic techniques. The parameters obtained were then used in the control algorithm of the angular position of elevator fins. Control system testing is done by implementing the motion control system of elevator fins on the aircraft without crew, and then test it with flying a plane without the crew. Results from this study indicate that the PID obtained from the graphical techniques ciancone can not be implemented for the motion of elevator fins on the aircraft without crew, while the PI control with the addition of the feed forward signal to the system output control signals to function properly.

Keyword: Identification, fin motion, unmanned aerial vehicle.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Prinsip Dasar Kontrol Pesawat Terbang	5
2.2 Static Stability	7
2.3 Longitudinal dan Lateral Stability	7
2.4 Dynamic Stability	8
2.5 Kontrol PID	9
2.6 Kontroler PID Tuning	12
2.7 Ciancone Correlation	13
2.8 Sistem Mikrokontroler ATMega32	16
BAB 3 PERANCANGAN KONTROL DENGAN PID TUNING	18
3.1 Algoritma Kontrol Pada Pesawat Tanpa Awak	18
3.2 Model Gerak Sirip Elevator Pada Pesawat Tanp Awak	20
3.3 PID Tuning	21
3.4 Implementasi Kontroler PI Pada Mikrokontroler	29
3.5 Desain Diagram Alir Pemrograman Pada Mikrokontroler ATMega32	30
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA KONTROL GERAK SIRIP ELEVATOR	33
4.1 Pengujian Rangkaian	33
4.2 Pengujian Step Respons Untuk Kendali Gerak Sirip	34
4.3 Pengujian Step Respons untuk Kendali Gerak Sirip dengan Pemberian beban pada Sirip Elevator	36
4.4 Uji Terbang Sistem Kontrol Gerak Sirip Elevator	37
BAB 5 KESIMPULAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR KUTIPAN	44

DAFTAR REFERENSI	45
LAMPIRAN	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Enam Derajat Kebebasan pada Pesawat	5
Gambar 2.2	Posisi Bidang Kontrol Gerak pada Pesawat Konvensional	6
Gambar 2.3	Pesawat Dalam Kondisi Trimmed	7
Gambar 2.4	Gerakan Osilasi pada Longitudinal Motion	8
Gambar 2.5	Skematik Kontrol PID	9
Gambar 2.6	Plot Antara Manipulated Variable Dengan Error Pada Kontrol Proporsional	10
Gambar 2.7	Sifat Kontrol Integral	11
Gambar 2.8	Gambaran Cost Trial And Error	12
Gambar 2.9	Ciancone Chart Untuk Kontroler PID	14
Gambar 2.10	Ciancone Chart Untuk Kontroler PI	15
Gambar 3.1	Algoritma Kontrol Untuk Pesawat Tanpa Awak	18
Gambar 3.2	Diagram Blok Skematik Untuk Sistem Pesawat Tanpa Awak	19
Gambar 3.3	Posisi Kontroler Kendali Sirip pada Pesawat Aeromodelling Tanpa Kontroler	20
Gambar 3.4	Posisi Kontroler Kendali Sirip pada Pesawat Aeromodelling Dengan Kontroler	20
Gambar 3.5	Step Respons Model Gerak Sirip Elevator	21
Gambar 3.6	Desain Model PID Tuning	23
Gambar 3.7	Desain Model Sistem Dengan PID Tuning	24
Gambar 3.8	Hasil Simulasi Kontrol PID	24
Gambar 3.9	Hasil Simulasi Pengendali PI	25
Gambar 3.10	Hasil Simulasi Pengendali PI	25
Gambar 3.11	Desain Model PI Tuning	27
Gambar 3.12	Desain Model Sistem Dengan Kontrol PI	27
Gambar 3.13	Hasil Simulasi Kendali PI	27
Gambar 3.14	Desain Kendali PI Dengan Feed Forward Sinyal Keluaran Sistem	28
Gambar 3.15	Hasil Simulasi Kendali PI + Feed Forward Signal	28
Gambar 3.16	Diagram Alir Pewaktu Periode Pengambilan Data	31
Gambar 3.17	Diagram Alir Pengolahan Data dan Kendali PI	32
Gambar 4.1	Diagram Blok Untuk Menguji Rangkaian Sistem Kontrol.....	33
Gambar 4.2	Grafik Respons Sistem Kontrol Gerak Sirip Elevator	33
Gambar 4.3	Step Respons Sistem Kendali PI Gerak Sirip Elevator	34
Gambar 4.4	Step Respons Dengan Kendali PI + Feed Forward Signal	35
Gambar 4.5	Pengujian Beban Tanpa Pengendali pada Sirip Elevator ...	36
Gambar 4.6	Step Respons Sistem Kendali Sirip Elevator Dengan Tambahan Beban	37
Gambar 4.7	Respons Sudut Elevator Tanpa Pengendali	38
Gambar 4.8	Respons Gerak Sirip Elevator Dengan Pengendali	39
Gambar 4.9	Grafik Kecepatan Terbang Pesawat	40

Gambar 4.10	Ketinggian Terbang Pesawat	40
Gambar 4.11	Plot Lintasan Pesawat Terbang	41

