UNIVERSITAS
GADJAH MADA

SISTEM KENDALI PENAHAN KETINGGIAN PADA PENERBANGAN ROKET MISIL EDF
ADITYA FADZILAH, Dr. Andi Dharmawan, S.Si, M.Cs; Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **i**
PERNYATAAN ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **viii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Metodologi Penelitian 3
1.7 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **6**
BAB 3 LANDASAN TEORI **9**
3.1 Roket *Electric ducted fan* 9
3.2 *Inertial Measurement Unit* (IMU) 10
3.2.1 Akselerometer 11
3.2.2 Giroskop 12
3.3 *Sensor Fusion dan* DMP 12
3.4 Barometer 13
3.5 Model Roket Misil EDF 14
3.6 Kontroler *Linear Quadratic Regulation* (LQR) 21
BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM **25**
4.1 Analisis Sistem 25
4.2 Arsitektur Sistem 28
4.2.1 Rancangan Elektronik 28
4.2.2 Rancangan Mekanik 30
4.3 Rancangan Sistem Kendali 31
4.4 Rancangan Perangkat Lunak 38
4.4.1 Subfungsi *setup* 39
4.4.2 Subfungsi kendali 40
4.5 Skenario Misi Mempertahankan Ketinggian Terbang Roket Misil 42
4.6 Rancangan Pengujian Sistem 43
4.6.1 Pengujian Kendali LQR Gerak Rotasi Roket Misil EDF 43
4.6.2 Pengujian Kendali LQR Gerak Translasi Roket Misil EDF 43
BAB 5 IMPLEMENTASI **45**
5.1 Implementasi Mekanik 45

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

SISTEM KENDALI PENAHAN KETINGGIAN PADA PENERBANGAN ROKET MISIL EDF
ADITYA FADZILAH, Dr. Andi Dharmawan, S.Si, M.Cs; Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2 Implementasi Elektronik 46
5.3 Penentuan Parameter Pemodelan 47
5.4 Pengujian Kendali LQR Gerak Rotasi 48
5.5 Pengujian Kendali LQR Gerak Translasi 50

BAB 6 HASIL DAN PEMBAHASAN 52
6.1 Hasil Pengujian Gerak Anti Rotasi 52
6.1.1 Hasil Pengujian Gerak Anti Rotasi *Roll* 52
6.1.2 Hasil Pengujian Gerak Anti Rotasi *Pitch* 55
6.2 Hasil Pengujian Mempertahankan Ketinggian Terbang 58

BAB 7 KESIMPULAN 62
7.1 Kesimpulan 62
7.2 Saran 63

DAFTAR PUSTAKA 64

LAMPIRAN 66

,

\

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

SISTEM KENDALI PENAHAN KETINGGIAN PADA PENERBANGAN ROKET MISIL EDF
ADITYA FADZILAH, Dr. Andi Dharmawan, S.Si, M.Cs; Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Roket *electric ducted fan* (Shan, 2016) 9
Gambar 3.2 Konfigurasi sirip dibadan roket (Zhang, 2016) 10
Gambar 3.3 Konfigurasi sirip dibawah roket (Shan, 2016) 10
Gambar 3.4 Kerangka bodi dan acuan inersia frame (Jian, 2016) 11
Gambar 3.5 Ruang vektor representasi akselerometer (Starlino, 2009) 11
Gambar 3.6 Ruang vektor representasi giroskop (Starlino, 2009) 12
Gambar 3.7 Tekanan vs ketinggian (Li, 2013) 13
Gambar 3.8 Komponen Variabel Roket Misil EDF (Zhang, 2016) 15
Gambar 4.1 Sumbu $\boldsymbol{x, y}$ **dan** $\boldsymbol{z}$ kerangka bodi dan kerangka bumi roket misil ... 27
Gambar 4.2 Rancangan arsitektur sistem 28
Gambar 4.4 *Frame* Roket misil EDF 30
Gambar 4.5 Diagram Blok Sistem kendali LQR pada roket misil EDF 35
Gambar 4.6 Alur program pengendalian roket misil EDF 39
Gambar 4.7 Algoritme subfungsi *setup* 40
Gambar 4.8 Algoritme subfungsi kendali 41
Gambar 4.9 Skenario penerbangan roket misil EDF 42
Gambar 5.1 Implementasi mekanik roket misil EDF 45
Gambar 5.2 Rangkaian *board shield* arduino due pada PCB 46
Gambar 5.3 Implementasi board *flight controller* 47
Gambar 5.4 Kode Program MATLAB perhitungan nilai K 48
Gambar 5.5 Deklarasi konstanta untuk gerak rotasi 49
Gambar 5.6 Kode program kendali LQR untuk gerak rotasi 49
Gambar 5.7 Deklarasi konstanta untuk gerak translasi 50
Gambar 5.8 Kode program kendali LQR untuk gerak translasi 51
Gambar 6.1 Hasil pengujian anti *roll* $\mathbf{Q\phi}$ sebesar 9 dan $\mathbf{Q\omega\phi}$ sebesar 0,5 53
Gambar 6.2 Hasil pengujian anti *pitch* $\mathbf{Q}\boldsymbol{\theta}$ sebesar 10 dan $\mathbf{Q\omega}\boldsymbol{\theta}$ sebesar 0,5 56
Gambar 6.3 Hasil uji penahan ketinggian $\mathbf{Qz}$ sebesar 9 dan $\mathbf{Q\omega}\boldsymbol{z}$ sebesar 0,4 59

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

SISTEM KENDALI PENAHAN KETINGGIAN PADA PENERBANGAN ROKET MISIL EDF
ADITYA FADZILAH, Dr. Andi Dharmawan, S.Si, M.Cs; Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya 7
Tabel 3.1 Persamaan momen inersia 20
Tabel 4.1 Rancangan pin mikrokontroller 29
Tabel 4.2 Rencana pengujian sistem 44
Tabel 5.1 Momen inersia 47
Tabel 6.1 Konversi nilai $\mathbf{Q\phi}$ dan $\mathbf{Q\omega\phi}$ ke nilai gain $\mathbf{K\phi}$ dan $\mathbf{K\omega\phi}$ 53
Tabel 6.2 Konversi nilai $\mathbf{Q\theta}$ dan $\mathbf{Q\omega\theta}$ ke nilai gain $\mathbf{K\theta}$ dan $\mathbf{K\omega\theta}$ 56
Tabel 6.3 Konversi nilai $\mathbf{Qz}$ dan $\mathbf{Q\omega z}$ke nilai gain $\mathbf{Kz}$ dan $\mathbf{K\omega z}$ 59