

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERYATAAN .....	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiv
INTISARI.....	xvi
PENDAHULUAN .....	18
1.1. Latar Belakang .....	18
1.2. Rumusan Masalah .....	21
1.3. Batasan Masalah.....	21
1.4. Tujuan Penelitian.....	22
1.5. <i>Design Requirements and Objectives</i> .....	22
1.6. Manfaat Penelitian.....	24
TINJUAUAN PUSTAKA.....	25
2.1. Rudal Jelajah .....	25
2.2. Sistem Peluncuran ( <i>Launcher</i> ) .....	27
2.3. Jenis <i>Launcher Rocket Assisted Take-Off</i> .....	28
LANDASAN TEORI.....	31
3.1. Motor Roket .....	31
3.2. Propelan.....	31
3.2.1. Propelan Padat.....	32
3.3. X-Plane Flight Simulator.....	33

3.4.	Mission Planner .....	35
3.5.	Pusat Gravitasi .....	36
3.6.	Trayektori Balistik .....	40
3.7.	Gaya Dorong ( <i>Thrust</i> ) .....	44
3.8.	Impuls .....	45
3.9.	<i>Rail Launcher</i> .....	47
METODE PENELITIAN .....		49
4.1.	Objek Penelitian .....	49
4.2.	Lokasi Penelitian .....	49
4.3.	Alat dan Bahan .....	49
4.3.1.	Alat .....	49
4.3.1.	Bahan .....	50
4.4.	Diagram Alir Penelitian .....	51
4.4.1.	Studi Literatur .....	52
4.4.2.	Modeling UAV Pasopati .....	52
4.4.3.	Pemilihan <i>Rocket Booster</i> dan Sudut Peluncuran .....	52
4.4.4.	Simulasi dengan <i>X-plane</i> .....	53
4.4.5.	Merancang <i>Mounting</i> Booster Pada Wahana .....	53
4.4.6.	Merancang <i>Rail Launcher</i> .....	53
4.4.7.	Uji Statis <i>Booster</i> .....	54
4.4.8.	Uji Peluncuran .....	54
4.4.9.	Pengambilan Data .....	57
HASIL DAN PEMBAHASAN .....		59
5.1.	Spesifikasi Wahana .....	59
5.2.	Motor Roket .....	59

5.3.	Propelan.....	61
5.2.1.	KNSU ( $\text{KNO}_3$ & <i>Sugar</i> ).....	62
5.2.2.	KNSB ( $\text{KNO}_3$ & Sorbitol).....	63
5.4.	Menentukan Pusat Gravitasi.....	64
5.5.	Simulasi Peluncuran .....	66
5.5.1.	Permodelan Wahana.....	67
5.5.2.	Simulasi Peluncuran Wahana.....	68
5.6.	Merancang <i>Mounting Booster</i> .....	71
5.7.	Perancangan <i>Rail Launcher</i> .....	75
5.7.1.	Menentukan <i>Conceptual Design</i> .....	75
5.7.2.	Menentukan Dimensi Maksimum Rail Launcher .....	78
5.7.3.	Perancangan Sistem Sudut Peluncuran .....	80
5.7.4.	Analisis Kekuatan <i>Rail Launcher</i> .....	82
5.8.	Pemilihan Bahan dan Jenis Manufaktur pada <i>Rail Launcher</i> .....	88
5.8.	Pengujian dan Pengambilan Sampel Data Terbang.....	90
5.8.1.	Proses Pengambilan Data Peluncuran .....	91
5.8.2.	Pengulangan Percobaan .....	93
5.9.	Perbandingan Data Realita dengan Simulasi.....	95
5.9.1.	Pebandingan Kecepatan dengan Ketinggian Terhadap Waktu .....	97
5.9.2.	Perbandigan Sudut dengan Ketinggian Terhadap Waktu .....	101
	PENUTUP.....	106
6.1.	Kesimpulan.....	106
6.2.	Saran .....	107
	DAFTAR PUSTAKA .....	108
	LAMPIRAN.....	110

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Rudal Pasopati versi 1 .....	19
Gambar 1. 2 UAV pave tiger/ seek spinner .....	20
Gambar 3. 1 Plane Maker di X-plane.....	34
Gambar 3. 2 Tampilan Mission Planer .....	35
Gambar 3. 3 Contoh menentukan pusat gravitasi dengan metode suspensi .....	37
Gambar 3. 4. Contoh menentukan pusat gravitasi dengan metode perhitungan...	37
Gambar 3. 5. Contoh menentukan pusat gravitasi dengan metode menimbang. ...	38
Gambar 3. 6. Ilustrasi gerak balistik .....	43
Gambar 3. 7 Tekanan pada chamber dan nozzle.....	44
Gambar 3. 8 Kurva gaya dorong v waktu .....	45
Gambar 3. 9 Analisis Gaya Pada UAV .....	47
Gambar 3. 10 Distribusi Gaya pada Batang Rail Launcher .....	48
Gambar 5. 1 Bagian – bagian rocket booster .....	60
Gambar 5. 2 Grafik thrust terhadap waktu KNSU .....	62
Gambar 5. 3 Grafik thrust terhadap waktu KNSB .....	63
Gambar 5. 4 Penomoran dan Letak Komponen Wahana.....	65
Gambar 5. 5 Modeling Fuselage Dengan Software X-Plane .....	66
Gambar 5. 6 Memasukan Parameter Thrust Pada Model Wahana .....	69
Gambar 5. 7 Memasukan Letak dan Sudut Thrust.....	69
Gambar 5. 8 Grafik Simulasi Kedua dengan Sudut 18 Derajat .....	70
Gambar 5. 9 Grafik Simulasi dengan Sudut 18 Derajat.....	70
Gambar 5. 10 Bagian - Bagian Mounting Booster.....	72
Gambar 5. 11 Pitch-up .....	73
Gambar 5. 12 Pitch-down .....	73
Gambar 5. 13 Ilustrasi dari Pitch Effect.....	74
Gambar 5. 14 Rail Launcher Milik LAPAN .....	76
Gambar 5. 15 Konsep Perancangan Pertama .....	76
Gambar 5. 16 Konsep Perancangan Kedua.....	77
Gambar 5. 17 Dimensi Wahana Rudal Pasopati .....	78
Gambar 5. 18 Dimensi Dudukan Launcher.....	79

Gambar 5. 19 Assembly Launcher .....	80
Gambar 5. 20 Assembly Launcher Dengan Wahana .....	80
Gambar 5. 21 Bagian Penopang pada Dudukan Launcher .....	81
Gambar 5. 22 Bagian Penopang Booster .....	81
Gambar 5. 23 Hasil Simulasi Von Mises Stress .....	82
Gambar 5. 24 Hasil Simulasi Displacement .....	83
Gambar 5. 25 Diagram Gaya pada Batang.....	83
Gambar 5. 26 Diagram Gaya Geser dan Momen pada Batang .....	85
Gambar 5. 27 Simulasi Displacement Dinamik pada Rail Launcher.....	86
Gambar 5. 28 Simulasi Von Misess Stress Dinamik pada Rail Launcher .....	87
Gambar 5. 29 Bagian Kerangka Dasar.....	88
Gambar 5. 30 Kaki dengan Panjang Bervariabel .....	89
Gambar 5. 31 Kaki Tetap .....	89
Gambar 5. 32 Assembly Semua Bagian Rail Launcher .....	90
Gambar 5. 33 Ilustrasi Plot Lintasan Berdasarkan Tabel 5.9.....	93
Gambar 5. 34 Grafik dari Percobaan Motor Roket KNSU .....	96
Gambar 5. 35 Grafik dari Percobaan Motor Roket KNSB .....	96
Gambar 5. 36 Grafik Simulasi Pertama Motor Roket KNSB .....	98
Gambar 5. 37 Grafik Simulasi Kedua Motor Roket KNSB.....	98
Gambar 5. 38 Grafik Percobaan Motor Roket KNSB.....	99
Gambar 5. 39 Grafik Simulasi Kedua Motor Roket KNSU.....	100
Gambar 5. 40 Grafik Simulasi Pertama Motor Roket KNSU .....	100
Gambar 5. 41 Grafik Percobaan Motor Roket KNSU .....	101
Gambar 5. 42 Grafik Simulasi Pertama Motor Roket KNSB .....	102
Gambar 5. 43 Grafik Simulasi Kedua Motor Roket KNSB.....	102
Gambar 5. 44 Grafik Percobaan Motor Roket KNSB.....	103
Gambar 5. 45 Grafik Simulasi Pertama Motor Roket KNSU .....	104
Gambar 5. 46 Grafik Simulasi Kedua Motor Roket KNSU.....	104
Gambar 5. 47 Grafik Percobaan Motor Roket KNSU .....	105

## DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Spesifikasi Rudal Jelajah Pasopati .....	59
Tabel 5. 2 Spesifikasi Rocket Booster .....	60
Tabel 5. 3. Berat dan Letak Komponen Wahana .....	65
Tabel 5. 4 Koordinat CG pada Wahana .....	66
Tabel 5. 5. Dimensi dan Parameter Simulasi .....	67
Tabel 5. 6. Konversi Satuan SI ke British.....	67
Tabel 5. 7. Penggandaan Data Sebesar 10 Kali .....	68
Tabel 5. 8 Pengaruh Sudut Tembak dari CG .....	75
Tabel 5. 9. Hasil Percobaan.....	93

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Grafik Simulasi Pertama Motor Roket KNSU .....	110
Lampiran 2 Grafik Simulasi Kedua Motor Roket KNSU .....	110
Lampiran 3 Grafik Simulasi Pertama Motor Roket KNSB .....	111
Lampiran 4 Grafik Simulasi Kedua Motor Roket KNSB .....	111
Lampiran 5 Grafik Percobaan Motor Roket KNSU .....	112
Lampiran 6 Grafik Percobaan Motor Roket KNSB .....	112
Lampiran 7 Rocket Booster KNSB Mulai Terbakar .....	113
Lampiran 8 Wahana Mulai Meninggalkan Launcher .....	113
Lampiran 9 Wahana Mulai Mendapatkan Ketinggian .....	114
Lampiran 10 Rocket Booster KNSB Mulai Terbakar .....	114
Lampiran 11 Wahana Mulai Meninggalkan Launcher .....	115
Lampiran 12 Wahana Mulai Mendapatkan Ketinggian .....	115
Lampiran 13 Pemasangan Booster Terhadap Wahana .....	116
Lampiran 14 Proses Pemeriksaan Wahana .....	116
Lampiran 15 Tampak Pemasangan Launchcer, Booster Dengan Wahana .....	116