



**UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA**

**PENGARUH ENERGETIK OKSIDATOR (AP, RDX, HMX, HNF)  
TERHADAP KARAKTERISTIK ENERGETIK DAN ASAP  
PROPELAN KOMPOSIT PADA ROKET R-HAN 122B**

**TESIS**

**SUPRIADI SIREGAR  
NIM: 120220403007**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PERSENJATAAN**

**BOGOR  
2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Nama	: Supriadi Siregar
NIM	: 120220403007
Program Studi	: Teknologi Persenjataan
Fakultas	: Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Tesis	: Pengaruh Energetik Oksidator (AP, RDX, HMX, HNF) Terhadap Karakteristik Energetik Dan Asap Propelan Komposit Pada Roket R-HAN 122B

Pembimbing I,	Pembimbing II,
	
Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si. NIP/NIDN: 0326107605 Tanggal: 26 Januari 2024	Prof. Dr. Ir. Heri Budi Wibowo, M.T. NIP/NIDN: 8933340022 Tanggal: 26 Januari 2024






  

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan,


Prof. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng.  
Pembina Tk. I/IVb  
Tanggal: 26 Januari 2024

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

<p>Nama : Supriadi Siregar          NIM : 120220403007          Program Studi : Teknologi Persenjataan          Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan          Judul Tesis : Pengaruh Energetik Oksidator (AP, RDX, HMX, HNF) Terhadap Karakteristik Energetik Dan Asap Propelan Komposit Pada Roket R-HAN 122B</p>			
No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Pembimbing I:  Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si.,M.Si. NIP/NIDN: 0326107605		26-01-2024
2.	Pembimbing II:  Prof. Dr. Ir. Heri Budi Wibowo, M.T. NIP/NIDN: 8933340022		26-01-2024
3.	Penguji I:  Kolonel Kes Dr. Ir. Sovian Aritonang, M.Si. NRP: 519726		26-01-2024
4.	Penguji II:  Dr. Robertus Heru Triharjanto, M.Si. NIP/NIDN: 8933610021		26-01-2024
5.	Penguji III:  Letkol Tek Dr. Ir. Novky Asmoro, S.T., M.Si(Han)., IPU NRP: 527045		26-01-2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab, dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam tesis ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 24 Januari 2024



Supriadi Siregar

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa dan Maha Kuasa, karena berkat rahmat dan kehendakNya sehingga penyusunan tesis dengan judul: **“Pengaruh Energetik Oksidator (AP, RDX, HMX, HNF) Terhadap Karakteristik Energetik Dan Asap Propelan Komposit Pada Roket R-HAN 122B”** dapat diselesaikan.

Penyusunan tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknologi Persenjataan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Letnan Jenderal TNI Jonni Mahroza, Ph.D. selaku Rektor Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
3. Bapak Kolonel Pas Dr. Drs. Marsono, M.Si. selaku Kaprodi Teknologi Persenjataan, Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
4. Ibu Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan tesis ini yang selalu memberikan masukan dan arahan serta semangat kepada penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Heri Budi Wibowo, M.T. selaku Dosen Pembimbing II penulis yang senantiasa memberi arahan, pengajaran dan motivasi kepada penulis.

6. Dewan Penguji Bapak Kolonel Kes Dr. Ir. Sovian Aritonang, M.Si., Bapak Dr. Robertus Heru Triharjanto, M.Si. dan Bapak Letkol Tek Dr. Ir. Novky Asmoro, S.T. yang senantiasa memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan tesis ini.
7. Seluruh Dosen pengajar Program Studi Teknologi Persenjataan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan yang telah banyak membantu penulis selama proses belajar mengajar dan penyusunan tesis ini.
8. Ibu Asfari Azka Fadhilah, M.Han., selaku Staf Prodi Teknologi Persenjataan yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama proses proses perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
9. Keluarga, Sahabat, dan Rekan-rekan yang senantiasa memberikan bantuan, do'a, dan motivasi kepada saya dalam penyusunan tesis ini.
10. Seluruh pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian terutama pihak Pusat Teknologi Roket (Pustekroket) Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa (ORPA-BRIN), Rumpin, Bogor, Indonesia.

Semoga Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya. Peneliti menyadari bahwa tesis ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan tesis ini.

Peneliti berharap tesis ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait dalam upaya meningkatkan potensi pertahanan Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Bogor, 24 Januari 2024



Supriadi Siregar

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH ENERGETIK OKSIDATOR (AP, RDX, HMX, HNF) TERHADAP KARAKTERISTIK ENERGETIK DAN ASAP PROPELAN KOMPOSIT PADA ROKET R-HAN 122B**

**SUPRIADI SIREGAR**

Propelan merupakan salah satu teknologi militer yang harus dikuasai teknologi kuncinya, khususnya roket untuk pengembangan R-HAN 122B. Propelan yang diproduksi di Indonesia saat ini belum mencapai standar Eropa yang memiliki impuls spesifik berkisar antara 250-270 detik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi oksidator amonium perklorat (AP) dengan oksidator *cyclotrimethylene trinitramine* (RDX), *cyclotetramethylene tetranitramine* (HMX), dan *hydrazinium nitroformate* (HNF), terhadap karakteristik daya dorong (Isp) dan asap hasil pembakaran propelan pada roket. Metode penelitian dilakukan melalui simulasi menggunakan software ProPEP-3 (*Program for the Prediction of Energetik Propellant*) yang digunakan untuk memprediksi nilai impuls spesifik dan asap yang dihasilkan pada setiap persentase rasio substitusi dengan varian tekanan ruang bakar yang digunakan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setiap oksidator yang digunakan menghasilkan pengaruh pada performa roket yang berbeda. Substitusi menggunakan oksidator HNF pada tekanan dalam ruang bakar 882 Psi memberikan hasil yang optimal yaitu menghasilkan Isp sebesar 272,2 detik dan jumlah asap sebanyak 2,33494 mol terjadi di rasio 0/100 pada oksidator AP/HNF.

Kata kunci: Propelan, Oksidator, ProPEP-3, Impuls Spesifik.

## **ABSTRACT**

### ***EFFECT OF ENERGETIC OXIDIZERS (AP, RDX, HMX, HNF) ON ENERGETIC CHARACTERISTICS AND COMPOSITE PROPELLANT FUMES ON R-HAN 122B ROCKET***

**SUPRIADI SIREGAR**

*Propellants are one of the military technologies that must be mastered as key technologies, especially rockets for the development of the R-HAN 122B. Propellants produced in Indonesia currently have not yet reached European standards which have a specific impulse from 250-270 seconds. This research aims to analyze the effect of substitution of the oxidizer ammonium perchlorate (AP) with the oxidizers cyclotrimethylene trinitramine (RDX), cyclotetramethylene tetranitramine (HMX), and hydrazinium nitroformate (HNF), on the thrust characteristics (Isp) and smoke resulting from propellant combustion in rockets. The research method was carried out through simulation using ProPEP-3 (Program for the Prediction of Energetik Propellant) software which was used to predict the specific impulse value and smoke produced at each percentage of substitution ratio with the combustion chamber pressure variation used. The simulation results show that each oxidizer used produces a different effect on rocket performance. Substitution using HNF oxidizer at a pressure in the combustion chamber of 882 Psi gave optimal results, namely producing an Isp of 272.2 seconds and a quantity of smoke of 2.33494 mol occurs at a ratio of 0/100 in the AP/HNF oxidizer.*

*Keywords: Propellant, Oxidizer, ProPEP-3, Specific Impulse.*

## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
<i>ABSTRAK</i> .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR PENGERTIAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Identifikasi Masalah.....	4
1.3    Pembatasan Masalah.....	4
1.4    Rumusan Masalah.....	5
1.5    Tujuan Penelitian.....	5
1.6    Manfaat Penelitian.....	5
1.6.1    Aspek Teoritis.....	5
1.6.2    Manfaat Praktis.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Landasan Teori.....	7
2.1.1    Keamanan dan Pertahanan Nasional.....	8
2.1.2    Roket Pertahanan (R-HAN 122B).....	10
2.1.3    Propelan.....	12
2.1.4    Energetik Oksidator (AP, RDX, HMX, dan HNF).....	18
2.1.5    Software Simulasi Propelan Roket (ProPEP-3).....	23

2.2	Hasil Penelitian Terdahulu .....	25
2.3	Kerangka Berfikir .....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		35
3.1	Metode dan Desain Penelitian .....	35
3.1.1	Metode Penelitian .....	35
3.1.2	Desain Penelitian .....	37
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
3.2.1	Tempat Penelitian .....	38
3.2.2	Waktu Penelitian .....	39
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.4	Instrumen Penelitian .....	41
3.4.1	Alat Penelitian .....	41
3.4.2	Bahan Penelitian.....	41
3.5	Teknik Pengolahan Data.....	41
3.6	Teknik Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian.....	43
4.1.1	Perkembangan Penelitian R-HAN 122B .....	44
4.1.2	Spesifikasi Teknis R-HAN 122B.....	46
4.2.1	Propelan Roket R-HAN 122B.....	48
4.2	Hasil Pengumpulan Data .....	50
4.2.1	Proses Pembuatan Propelan .....	50
4.2.2	Komposisi Propelan R-HAN 122B (Formula Standar).....	51
4.3	Hasil Pengolahan Data .....	52
4.3.1	Simulasi Formula Standar R-HAN 122B .....	54
4.3.2	Simulasi Rasio Substitusi Oksidator .....	58
4.4	Pembahasan.....	60
4.4.1	Pengaruh Oksidator (AP, RDX, HMX, Dan HNF) Terhadap Daya Dorong Pada Roket R-HAN 122B.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		68
5.1	Kesimpulan .....	68
5.2	Saran .....	69

DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	75
Lampiran I Surat Penelitian .....	75
Lampiran II Simulasi Dengan Software ProPEP-3.....	76
Lampiran III Tabel Hasil Simulasi .....	107
Lampiran IV Dokumentasi Penelitian.....	110
Lampiran V Jurnal yang telah dipublikasi .....	111

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Roket R-HAN 122B.....	1
Gambar 2.1 Skema Landasan Teori dan Keterkaitan Antartopik.....	7
Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran Peneliti.....	33
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Secara Umum.....	37
Gambar 3.2 Diagram Alir Desain Penelitian.....	38
Gambar 3.3 Tampilan Software ProPEP3.....	42
Gambar 4.1 Proses Pembuatan Propelan Komposit oleh ORPA-BRIN...	51
Gambar 4.2 Simulasi Formula Standar R-HAN 122B Dengan Chamber Pressure 588 psi.....	54
Gambar 4.3 Simulasi Formula Standar R-HAN 122B Dengan Chamber Pressure 588 psi.....	55
Gambar 4.4 Simulasi Formula Standar R-HAN 122B Dengan Chamber Pressure 882 psi.....	55
Grafik 4.3 Hasil Simulasi Nilai Isp Tertinggi dan Asap Terendah.....	60
Grafik 4.4 Hasil Simulasi Terhadap Nilai Isp Pada Tekanan Berbeda.....	63
Grafik 4.5 Hasil Simulasi Terhadap Asap Pada Tekanan Berbeda.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Umum Propelan.....	13
Tabel 2.2 Karakteristik Beberapa Jenis Propelan .....	14
Tabel 2.3 Sifat dari Beberapa Oksidator .....	15
Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu .....	25
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian .....	39
Tabel 4.1 Rangkuman hasil uji dinamis terakhir dari I-V pada roket R-HAN 122B tahun 2018-2019.....	45
Tabel 4.2 Spesifikasi Teknis R-HAN 122B.....	46
Tabel 4.1 Karakteristik Propelan ORPA-BRIN .....	49
Tabel 4.2 Komposisi Propelan R-HAN 122B (Formula Standar) .....	52
Tabel 4.3 Komposisi Eksperimen Propelan R-HAN 122B.....	53
Tabel 4.4 Variasi Tekanan Sampel Uji dan Ketentuan Lainnya .....	54
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Simulasi Formula Standar Propelan .....	56
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Simulasi Rasio Pada Tekanan 588 psi .....	58
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Simulasi Rasio Tekanan 735 psi.....	58
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Simulasi Rasio Pada Tekanan 882 psi .....	59

## DAFTAR SINGKATAN

AP	= <i>Ammonium perchlorate</i>
CMDB	= <i>Composite Modified Double Base</i>
CP	= <i>Composite Propellants</i>
DB	= <i>Double Base</i>
HMX	= <i>Cyclotetramethylene tetranitramine</i>
HNF	= <i>Hydrazinium nitroformate</i>
RDX	= <i>Cyclotrimethylenetrinitramine</i>
LPR	= <i>Liquid Propellants for Rockets</i>
NB	= <i>Nitramine Base</i>
R-HAN	= <i>Roket Pertahanan</i>
SB	= <i>Single Base</i>
TB	= <i>Triple Base</i>

## DAFTAR PENGERTIAN

Keamanan Nasional.....	9
Pertahanan Nasional.....	10
<i>R-HAN 122</i> .....	11
Propelan.....	13
Energetik Oksidator.....	19
<i>Ammonium Perklorat</i> .....	20
<i>Cyclotrimethylenetrinitramine</i> .....	21
<i>Cyclotetramethylene tetranitramine</i> .....	22
<i>Hydrazinium nitroformate</i> .....	23