



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**OPTIMASI OKSIDATOR PROPELAN KOMPOSIT UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAN DAYA ANGKUT MOTOR ROKET
RX70 DALAM SISTEM PERTAHANAN INDONESIA**

DENDA WIGUNA

120230403003

Tesis yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Mendapatkan
Gelara Magister Pertahanan

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN

TEKNOLOGI PERSENJATAAN

BOGOR

2025

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Nama : Denda Wiguna
NIM : 120230403003
Program Studi : Teknologi Persenjataan
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Proposal Tesis : Optimasi Oksidator Propelan Komposit untuk Meningkatkan Efisiensi dan Daya Angkut Motor Roket RX70 Dalam Sistem Pertahanan Indonesia

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Heri Budi Wibowo, M.T

NIDN : 8933340022

Tanggal : 09/02/2025

Pembimbing II,



Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si

NIDN : 0326107605

Tanggal : 09/02/2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan








Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng

Pembina Tk. I IV/b

Tanggal : 09/02/2025

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Nama	: Denda Wiguna		
NIM	: 120230403003		
Program Studi	: Teknologi Persenjataan		
Fakultas	: Sains dan Teknologi Pertahanan		
Judul Proposal Tesis	: Optimasi Oksidator Propelan Komposit untuk Meningkatkan Efisiensi dan Daya Angkut Motor Roket RX70 Dalam Sistem Pertahanan Indonesia		
No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Pembimbing I: Prof. Ir. Heri Budi Wibowo, M.T NIDN : 8933340022		09/02/2025
2.	Pembimbing II: Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si NIDN : 0326107605		08/02/2025
3.	Penguji I: Dr. Robertus Heru Triharjanto, M.Si NIDN: 8933610021		08/02/2025
4.	Penguji II: Dr. Yayat Ruyat, M.Eng NIDN: 4728107501		09/02/2025
5.	Penguji III: Dr. Gunaryo, S.T., M.T Kolonel Teknik/NRP.524384		08/02/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan jenjang apapun di suatu Pergurua Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah di tulis atau di terbitkan, 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, Februari 2025



Denda Wiguna

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Optimasi Oksidator Propelan Komposit Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Daya Angkut Motor Roket Rx70 Dalam Sistem Pertahanan Indonesia” dapat diselesaikan.

Penyusunan tesis ini ditujukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknologi Persenjataan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan Republik Indonesia. Penyusunan dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Letnan Jenderal TNI Jonni Mahroza, Ph.D selaku rektor Universitas Pertahanan RI.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan RI.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Heri Budi Wibowo, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, nasehat dan dorongan moril kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai tugas akhir dengan baik.
4. Ibu Dr. Mas Ayu Elita Hafizah, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, memberikan arahan, nasehat dan dorongan moril kepada penulis selama penyusunan tesis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai tugas akhir.
5. Bapak Kolonel Pas Dr. Drs. Marsono, M.Si selaku Kaprodi Teknologi Persenjataan.
6. Seluruh Dosen pengajar Program Studi Teknologi Persenjataan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan yang telah banyak membantu penulis selama proses belajar dan penyusunan tesis ini.
7. Ibu Asfari Azka Fadhillah, M.Han selaku Staff Prodi Teknologi Persenjataan yang telah membantu penulis dalam masa perkuliahan, memberikan semangat, dukungan dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

8. Para rekan – rekan Prodi Teknologi Persenjataan Cohort 7 dan teman seperjuangan Unhan cohort XV yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
9. Para senior Teknologi Persenjataan yang telah memberikan bantuan literatur dan masukan dalam membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Kedua Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan semangat yang luar biasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Universitas Pertahanan RI.
11. Istri saya tercinta Desy Aryani, S.Si., Kakak Fauqiyya Zaeema Tasbiha, dan Adek Muhammad Tasbih Al Biruni yang telah memberikan dukungan dan semangat yang luar biasa, sehingga ayah dapat menyelesaikan studi Magister di Universitas Pertahanan RI
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, serta dukungan bagi penulis hingga selesainya penyusunan tesis ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih terdapat kekurangan, sehingga dengan kerendahan hati dan niat yang tulus, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan tesis ini. Terakhir, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat terhadap perkembangan bagi ilmu pertahanan khususnya ilmu teknologi persenjataan

Bogor, Februrari 2025

Denda Wiguna

ABSTRAK

OPTIMASI OKSIDATOR PROPELAN KOMPOSIT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN DAYA ANGKUT MOTOR ROKET RX70 DALAM SISTEM PERTAHANAN INDONESIA

DENDA WIGUNA

Propelan komposit banyak digunakan pada roket karena karakteristiknya yang berenergi tinggi. Upaya penelitian dan pengembangan yang sedang berlangsung bertujuan untuk memajukan teknologi propelan roket dan mendukung kemandirian industri pertahanan Indonesia. Penelitian ini berfokus pada optimasi komposisi propelan dengan mensubstitusi sebagian *Amonium Perklorat* (AP) dengan *Pentaeritritol Tetranitrat* (PETN) sebagai oksidator untuk meningkatkan efisiensi dan gaya dorong motor roket RX-70. Proses optimasi melibatkan formulasi ulang rasio komposisi oksidator. Simulasi komputasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ProPEP (*Propellant Evaluation Program*) dan BurnSim (*Solid Propellant Internal Ballistics Simulation*) untuk memprediksi kinerja impuls dan gaya dorong spesifik motor roket RX-70. Variabel utama dalam penelitian ini meliputi rasio AP dengan PETN dan tekanan ruang bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan dan rasio komposisi oksidator secara signifikan mempengaruhi impuls dan daya dorong spesifik. Formulasi optimal dicapai dengan rasio AP/PETN 60/40 pada tekanan ruang bakar 50 bar, menghasilkan impuls spesifik 234 sekon dan gaya dorong 257,28 kgf. Temuan ini memberikan wawasan yang berharga tentang potensi peningkatan kinerja motor roket RX-70 melalui penyesuaian komposisi.

Kata Kunci: Oksidator, ProPEP, BurSim, Reformulasi, Simulasi, Roket RX-70

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF COMPOSITE PROPELLANT OXIDIZER TO IMPROVE EFFICIENCY AND TRANSPORTABILITY OF THE RX-70 ROCKET MOTOR IN INDONESIA'S DEFENSE SYSTEM

DENDA WIGUNA

Composite propellants are widely used in rockets due to their high-energy characteristics. Ongoing research and development efforts aim to advance rocket propellant technology and support the independence of Indonesia's defense industry. This study focuses on optimizing the propellant composition by partially substituting *Ammonium Perchlorate* (AP) with *Pentaerythritol Tetranitrate* (PETN) as an oxidizer to enhance the efficiency and thrust of the RX-70 rocket motor. The optimization process involves reformulating the oxidizer composition ratio. Computational simulations were conducted using ProPEP (*Propellant Evaluation Program*) and BurnSim (*Solid Propellant Internal Ballistics Simulation*) software to predict the specific impulse and thrust performance of the RX-70 rocket motor. The key variables in the study include the AP-to-PETN ratio and combustion chamber pressure. The results indicate that variations in pressure and the oxidizer composition ratio significantly influence the specific impulse and thrust. The optimal formulation was achieved with an AP-to-PETN ratio of 60/40 at a chamber pressure of 50 bar, resulting in a specific impulse of 234 seconds and a thrust of 257,28 kgf. These findings provide valuable insights into the potential for performance enhancements in the RX-70 rocket motor through compositional adjustments.

Keywords: Oxidizer, ProPEP, BurSim, Reformulation, Simulation, Rocket RX-70

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN PROPOAL TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TESIS.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR BAGAN	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Rumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Keamanan dan Pertahanan Nasional	8
2.1.2 Roket Pertahanan Roket RX-70 (RX-0707.01	9
2.1.3 Propelan	10
2.1.3.1 Karakteristik Propelan	11
2.1.3.2 Kinerja Propelan.....	13
2.1.4 Komponen Utama Propelan.....	14
2.1.4.1 <i>Ammonium Perchlorate</i> (AP).....	14
2.1.4.2 <i>Aluminium</i> (Al).....	15
2.1.4.3 <i>Hydroxyl Terminated Polybutadiene</i> (HTPB).....	16
2.1.4.4 <i>Pentaerythritol Tetranitrate</i> (PETN)	17
2.1.4.5 <i>Toluene Diisocyanate</i> (TDI).....	17
2.1.5 Motor Roket	18
2.1.6 <i>Software</i> Simulasi Propelan Roket (ProPEP-3)	21
2.1.7 Algoritma ProPEP (Propellant Evaluation Program)	25
2.1.8 <i>Software</i> Simulasi BurnSim 3.3	29
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	29

2.3 Kerangka Pemikiran	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	41
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
3.3 Teknik Pengumpulan Data	44
3.4 Instrumen Penelitian.....	44
3.5 Teknik Pengolahan Data	45
3.6 Teknik Analisis Data	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Deskripsi Data	47
4.2 Hasil Pengumpulan Data	47
4.3 Hasil Pengolahan Data.....	50
4.4 Pembahasan	53
4.4.1 Implikasi Hasil Optimalisasi Oksidator	57
4.4.2 Optimalisasi Karakteristik Energetik Propelan terhadap impuls Impuls Spesifik dan gaya dorong motor roket	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan propelan ORPA-BRIN dengan propelan standar.....	3
Tabel 2.1 Spesifikasi Roket 70 mm (RX-0707.01)	10
Tabel 2.2 Karakter laju pembakaran beberapa formulasi propelan padat.....	12
Tabel 2.3 Hasil Penelitian terdahulu.....	35
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian	44
Tabel 3.2 Komposisi Bahan Bakar	45
Tabel 4.1 Komposisi Rasio AP dengan PETN	48
Tabel 4.2 Dimensi propelan dan nosel tunggal RX-70 mm (RX-0707.01).....	49
Tabel 4.3 Hasil Validasi Simulasi ProPEP.....	51
Tabel 4.4 Verifikasi Data BurnSim Vs Simulator lain.....	51
Tabel 4.5 Data statik Pustekroket ORPA-BRIN.....	57
Tabel 4.6 Hasil nilai kalibrasi impuls spesifik pada tekanan 50 bar.....	59
Tabel 4.7 Hasil nilai kalibrasi impuls spesifik pada tekanan 60 bar.....	59
Tabel 4.8 Hasil nilai kalibrasi gaya dorong pada tekanan 50 bar	60
Tabel 4.9 Hasil nilai kalibrasi gaya dorong pada tekanan 60 bar	60
Tabel 4.10 Hasil nilai optimal pada setiap variasi.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grain propelan padat dan gaya dorong vs waktu	12
Gambar 2.2 Struktur kimia <i>Hydroxyl Terminated Polybutadiene</i> (HTPB)	16
Gambar 2.3 Arsitektur motor roket	19
Gambar 2.4 Roket berbahan bakar padat	21
Gambar 2.5 Tampilan antar muka <i>Software ProPep</i>	21
Gambar 2.6 Tampilan hasil simulasi <i>Software ProPep</i>	22
Gambar 2.7 Tampilan antar muka <i>Software BurnSIM</i>	29
Gambar 2.8 Tampilan hasil simulasi <i>Software BurSim</i>	30
Gambar 4.1 Panjang propelan dan grain propelan Star 7	49
Gambar 4.2 Kontur Nosel Tunggal Roket RX-70 (RX-0707.01)	50

DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Kerangka pemikiran	40
Bagan 3.1 Diagram Alir Penelitian Secara Umum.....	41
Bagan 3.2 Diagram Alir Penelitian Secara Khusus	42

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Impuls spesifik Vs Gaya Dorong, 50 bar.....	53
Grafik 4.2 Impuls spesifik Vs Gaya Dorong, 60 bar.....	54
Grafik 4.3 Fungsi linier impuls spesifik (s).....	58
Grafik 4.4 Fungsi linier Gaya dorong (kgf).....	59