

ANALISIS PEMILIHAN BENTUK NOSE RX 550

Oleh:
Novi Andria*

Abstrak

Roket RX-550 adalah roket terbesar yang sedang dikembangkan oleh LAPAN sebagai booster Roket Peluncur Satelit (RPS) juga sebagai peluru balistik jarak menengah. Roket ini didesain untuk terbang pada kecepatan yang sangat tinggi bahkan memasuki zona aliran hipersonik. Pemilihan bentuk nose yang tepat perlu dilakukan agar prestasi terbang roket meningkat dan struktur nose roket tahan terhadap pemanasan aerodinamik. Pada penelitian ini bentuk nose divariasikan menjadi ogive, $\frac{1}{2}$ power, $\frac{3}{4}$ power, blunted dengan radius blunt 50 mm dan 100 mm. Perhitungan trajektori dilakukan pada sudut elevasi 60° menggunakan simulator trajektori roket yang telah dimodifikasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan bentuk nose $\frac{3}{4}$ power adalah bentuk nose terbaik dari segi prestasi terbang roket karena memiliki gaya hambat yang paling rendah. Bila ketahanan struktur nose terhadap pemanasan aerodinamika menjadi prioritas utama maka bentuk nose $\frac{1}{2}$ power dan blunted dengan radius blunt 50 mm adalah yang paling memungkinkan untuk diimplementasikan.

Kata kunci: roket, RX-550, bentuk nose, prestasi terbang, pemanasan aerodinamika.

Abstract

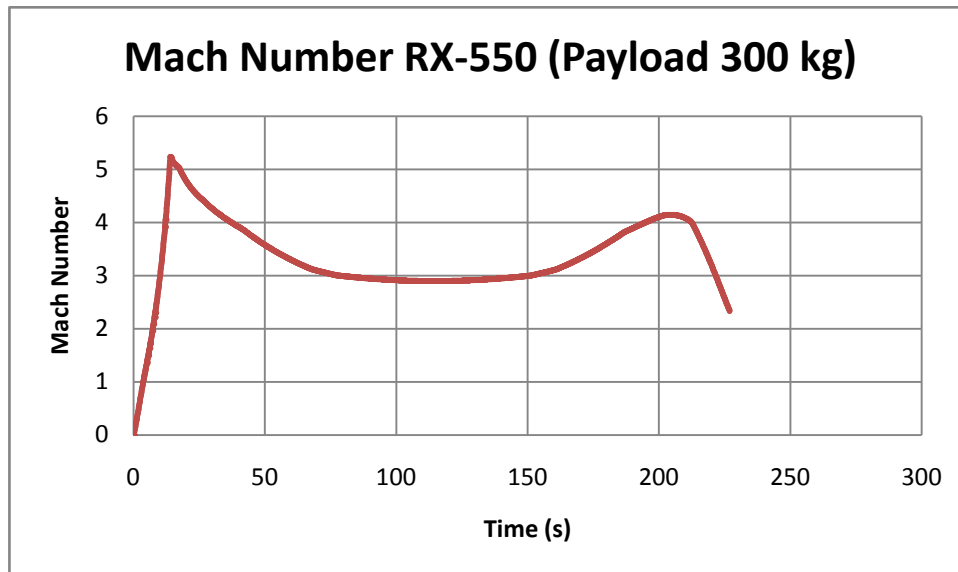
RX-550 rocket is the biggest rocket being developed by LAPAN that was projected as a booster of Satellite Launch Vehicle (SLV) and as a medium-range ballistic missile. The rocket is designed to fly at very high velocity entering hypersonic zone. Selection of the proper shape of rocket nose is needed to increase rocket flight performance but the nose structure is still safe from aerodynamic heating. In this study the nose shape is varied to be ogive, $\frac{1}{2}$ power, $\frac{3}{4}$ power, and blunted with a radius of 50 mm and 100 mm. Trajectory calculation is performed at angle of elevation 60° using a trajectory simulator that has been modified. This research shows that the $\frac{3}{4}$ power nose shape is the best nose shape in rocket flight performance point of view because it has the lowest drag. If nose structure resistance to aerodynamic heating becomes the main priority then the $\frac{1}{2}$ power nose shape and blunted with a blunt 50-mm radius is the most likely to be implemented.

Keywords: rocket, RX-550, nose shape, flight performance, aerodynamic heating.

1. PENDAHULUAN

Roket RX-550 adalah roket terbesar yang sedang dikembangkan oleh LAPAN. Roket ini diproyeksikan sebagai Roket Peluncur Satelit (RPS) dan peluru balistik *surface-to-surface* jarak menengah. Pada simulasi trajektori yang telah dilakukan sebelumnya diprediksi bahwa roket akan terbang dengan kecepatan sangat tinggi bahkan memasuki zona aliran hipersonik kendati payloadnya sangat berat [1]. Simulasi tersebut dilakukan menggunakan bentuk nose ogive seperti yang telah umum digunakan LAPAN. Hasil simulasi pada Gambar 1 menunjukkan bahwa roket terbang dengan kecepatan maksimum pada Mach 5,2 dan akan terbang pada zona hipersonik (kecepatan di atas Mach 4) selama 30 detik. Kecepatan aliran hipersonik dapat menimbulkan pemanasan aerodinamika dengan heat flux yang sangat tinggi [2]. Hal ini dapat mengakibatkan kegagalan struktur nose bila nose tidak dilapisi material tahan panas. Selama ini nose roket LAPAN masih terbuat dari material komposit dengan kualitas rendah.

*Peneliti Aeroelastisitas Bidang Struktur dan Mekanika Roket, PUSTEK ROKET-LAPAN



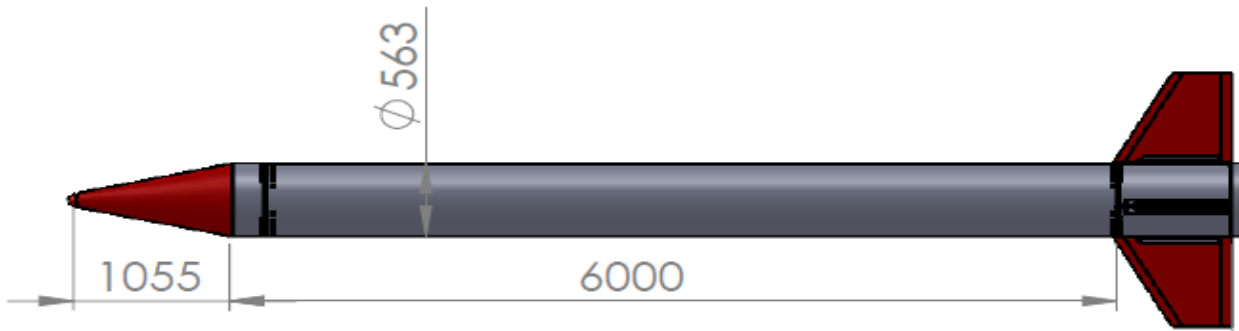
Gambar 1.1. Profil kecepatan RX 550 berdasarkan hasil simulasi

Salah satu perubahan desain yang mungkin diterapkan adalah memilih bentuk nose *blunted*. Dengan bentuk nose *blunted* ini heat flux yang disebabkan oleh pemanasan aerodinamika saat roket memasuki daerah hipersonik sebagian besar diterima oleh aliran dibelakang normal shockwave sehingga hanya sebagian kecil heat flux yang memasuki struktur nose [2]. Kendati heat fluxnya menjadi lebih kecil, panas yang ditimbulkan masih cukup tinggi sehingga ujung nose tetap harus dilapisi oleh material tahan panas. Terjadinya normal shockwave di depan nose *blunted* ini membuat gaya hambat roket menjadi besar sehingga akan mengurangi prestasi terbang roket [2]. Peningkatan prestasi terbang dapat dilakukan dengan memilih bentuk nose alternatif seperti bentuk nose $\frac{1}{2}$ power dan $\frac{3}{4}$ power karena memiliki gaya hambat yang rendah [3]. Kelemahan dari penggunaan bentuk nose tersebut adalah shockwave yang terjadi tidak lagi normal shockwave melainkan oblique shockwave. Struktur nose akan menerima heat flux yang sangat tinggi sehingga pelapisan menggunakan material tahan panas diperlukan tidak hanya di ujung nose saja melainkan hampir seluruh nose dengan penebalan yang lebih tinggi pada ujung nose.

Penelitian ini bertujuan untuk memilih bentuk nose terbaik masing-masing untuk dua kondisi yang mungkin terjadi yakni kondisi dimana roket diharapkan tahan terhadap pemanasan aerodinamika tanpa mempertimbangkan prestasi terbang roket dan kondisi dimana prestasi terbang roket menjadi prioritas utama dengan menganggap bahwa kemampuan pembuatan struktur nose tahan panas sudah dikuasai. Pengurangan gaya hambat sangat signifikan pengaruhnya terhadap peningkatan prestasi terbang roket sehingga jangkauan dan ketinggian roket dapat bertambah [3,4,5].

2. METODOLOGI

Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data berat dan inersia roket, letak titik berat roket, geometri luar roket, dan profile gaya dorong motor roket. Geometri luar RX-550 ditunjukkan pada Gambar 2.1. Roket memiliki panjang total 8065 mm. Gaya dorong rata-rata motor roket ini rata-rata 24000 kgf. Motor roket ini menggunakan grain propelan bintang dengan waktu pembakaran mencapai 14 detik.



Gambar 2.1. Geometri luar roket RX-550 (mm)

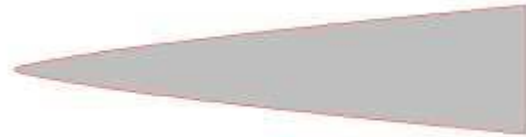
Bentuk nose yang dianalisis adalah bentuk nose ogive, $\frac{1}{2}$ power, $\frac{3}{4}$ power dan *blunted* dengan radius *blunt* 50 mm dan *blunted* dengan radius 100 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2. Perhitungan koefisien aerodinamika dan kestabilan roket untuk masing-masing variasi bentuk nose dilakukan menggunakan perangkat lunak Missile Datcom (MisDat) [6]. Seluruh output koefisien aerodinamika dan data-data roket dijadikan sebagai input perhitungan trajektori roket yang diimplementasikan pada sebuah model simulink yang telah dikembangkan LAPAN [7,8]. Dalam simulasi ini, gaya gravitasi bumi diasumsikan konstan dan efek rotasi bumi tidak dilibatkan.

Trajektori dihitung dengan setting kecepatan luncur 0 m/s pada sudut elevasi 60° untuk kondisi ideal tanpa melibatkan efek angin. Simulasi dilakukan dengan menggunakan berat payload 300 kg.

Ogive Nose Shape



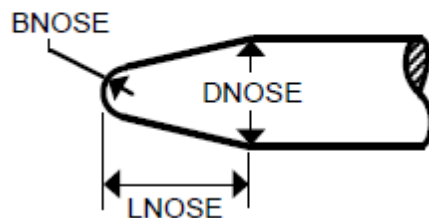
$\frac{3}{4}$ Power Nose Shape



$\frac{1}{2}$ Power Nose Shape



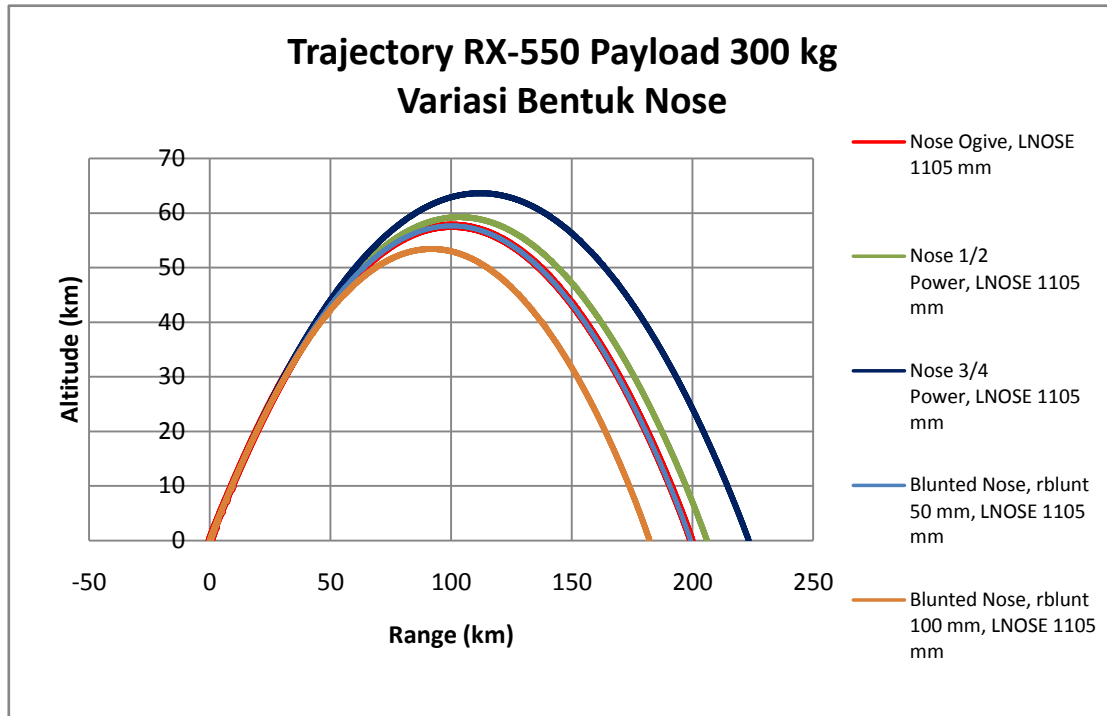
Blunted Nose Shape (BNOSE = radius blunt)



Gambar 2.2. Variasi bentuk nose dari referensi [3,dan 6]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3.1 dan Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa bentuk nose $\frac{3}{4}$ power adalah bentuk nose terbaik karena peningkatan prestasi terbangnya paling maksimum yakni sekitar 13 % untuk panjang nose yang sama. Peningkatan prestasi terbang roket dihitung dengan mencari nilai rata-rata peningkatan jangkauan dan ketinggian maksimum roket dibandingkan dengan jangkauan dan ketinggian maksimum pada kasus roket dengan bentuk nose ogive dengan panjang nose 1105 mm.

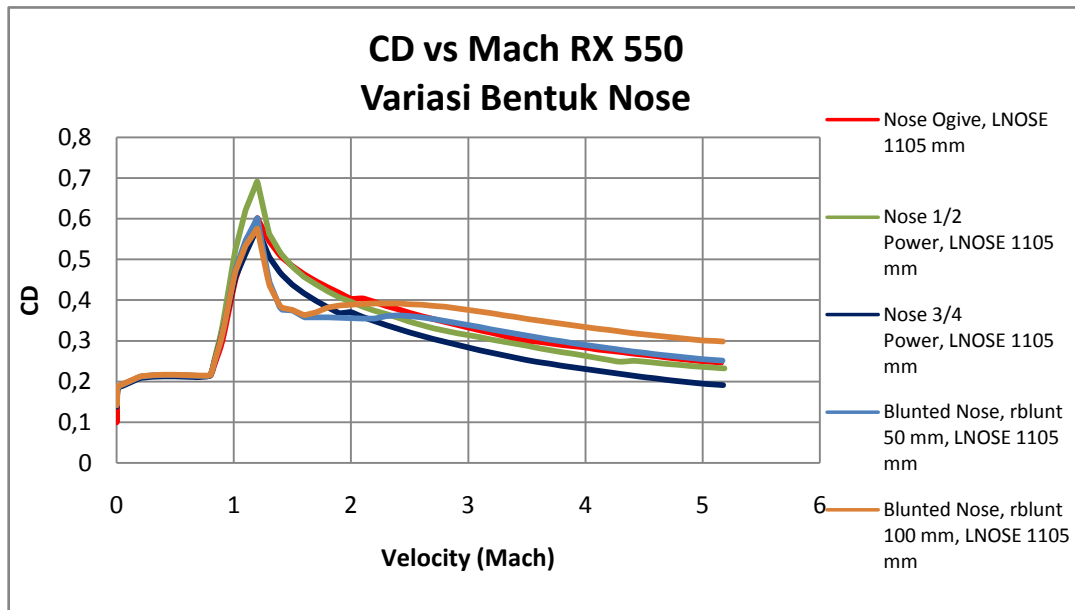


Gambar 3.1. Profil trajektori RX-550 untuk kasus berat payload 300 kg dengan variasi bentuk nose

Tabel 3.1 Hasil perhitungan untuk kasus berat payload 300 kg dengan variasi bentuk nose.

Bentuk Nose	Apogee (km)	Range (km)	% Peningkatan Prestasi Terbang
Ogive LN 1105 mm	56	200	
½ Power LN 1105 mm	59	206	4,2
¾ Power LN 1105 mm	64	223	13
Blunted, rblunt 50 mm, LN 1105 mm	58	199	1,5
Blunted, rblunt 100 mm, LN 1105 mm	53	182	-7,2

Perbedaan karakteristik prestasi terbang roket dengan variasi bentuk nose disebabkan oleh besarnya gaya hambat yang terjadi untuk masing-masing konfigurasi. Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa bentuk nose ¾ power memiliki CD yang paling rendah diantara semua bentuk nose dengan panjang yang sama. Lain halnya dengan bentuk nose blunt, adanya normal shock yang kuat menyebabkan CD lebih tinggi dari bentuk nose yang lain pada zona supersonik dan hipersonik. Karena roket ini beroperasi pada zona kecepatan tersebut, secara keseluruhan prestasi terbang roket menjadi rendah.



Gambar 3.2. Perbandingan koefisien gaya hambat (CD) RX 550 dengan variasi bentuk nose

Bila ketahanan struktur nose terhadap pemanasan aerodinamika menjadi prioritas maka bentuk nose $\frac{1}{2}$ power dan *blunted* dapat dipilih. Hasil simulasi dinamika fluida menggunakan FLUENT menunjukkan bahwa kedua bentuk nose tersebut dapat menimbulkan normal shock yang kuat sehingga dapat mengurangi heat flux pada ujung nose[9,10]. Bila bentuk nose *blunted* dipilih, radius *blunt*nya diharapkan dibuat sekecil mungkin agar pengurangan prestasi terbangnya tidak besar. Prestasi terbang roket menggunakan bentuk nose $\frac{1}{2}$ power dan *blunted* dengan radius *blunt* 50 mm tidak jauh berbeda prestasi terbang roket menggunakan nose ogive. Pemilihan kedua bentuk nose ini perlu dianalisis lebih lanjut menggunakan software dinamika fluida seperti FLUENT untuk memvalidasi nilai koefisien gaya hambatnya.

4. KESIMPULAN

Dilihat dari hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan:

- Bentuk nose $\frac{3}{4}$ power adalah yang paling baik untuk meningkatkan prestasi terbang roket.
- Koefisien gaya hambat bentuk nose $\frac{3}{4}$ power paling rendah.
- Prestasi terbang roket menggunakan nose ogive dan blunted dengan radius blunt 50mm adalah identik.

5. SARAN

- Bila yang dikhawatirkan adalah terjadinya *overheat* karena terjadinya pemanasan aerodinamika bentuk nose $\frac{1}{2}$ power dan *blunted* dengan radius *blunt* 50 mm adalah yang paling memungkinkan untuk diimplementasikan.
- Perlu dilakukan validasi terhadap koefisien aerodinamika yang digunakan agar hasil simulasi menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Novi Andria. “*Simulasi Trajektori Roket RX-550* ”. Laporan Penelitian, Pusat Teknologi Wahana Dirgantara. Bogor: LAPAN. 2010.
- Anderson, John D. Jr., *Fundamentals of Aerodynamics, 3rd ed.*, McGraw-Hill Book Company. 2001.

- Toft, H. Olaf. “*Nose Cone Drag Study for the SStS Rockets* “. Sugar Shot to Space. <http://sugarshot.org/documentation.html>. 2005.
- Chin, S. S., *Missile Configuration Design*, McGraw-Hill Book Company Inc. USA. 1961.
- Fleeman, E. L., *Professional Development Short Course on Tactical Missile Design*, Georgia Institute of Technology, Atlanta. 2005.
- Blake, W.B., *Missile Datcom User’s Manual – 1997 Fortran 90 Revision*. Final Report, Air Force Research Laboratory Wright Patterson Air Force Base. Ohio. 1998.
- Riyadl, A., 2009. Data Tidak Dipublikasi.
- The MathWorks. *Simulink 7 User’s Guide*, The Mathworks Inc, Massachusetts. 2010.
- Fitroh, A. “*Desain Geometri dan Aerodinamika Nose - Power Nose RX 550*”. Laporan Penelitian, Pusat Teknologi Wahana Dirgantara. Bogor: LAPAN. 2010.
- Fitroh, A. “*Laporan Akhir Desain Geometri dan Aerodinamika Nose RX 550*”. Laporan Penelitian, Pusat Teknologi Wahana Dirgantara. Bogor: LAPAN. 2010.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Novi Andria
Tempat & Tgl. Lahir : Garut, 18 November 1985
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Instansi Pekerjaan : PUSTEKWAGAN – LAPAN
NIP. / NIM. : 19851118 200901 1 003
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda / III a
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMUN 1 Leles- Garut Tahun: 2000 – 2003
STRATA 1 (S.1) : Teknik Penerbangan – ITB Tahun: 2003 - 2007

ALAMAT

Alamat Rumah : Jalan Kenanga 2 No 41 RT 015 RW 004
Perum Suradita – Serpong
Kecamatan Cisauk, Kabupaten Tangerang
HP. : 081321135851
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Raya LAPAN No. 2 Desa Mekarsari, Rumpin
Kabupaten Bogor - Jawa Barat
Telp. : 021 2175790384