

ANALISIS LINTASAN TERBANG ROKET MODEL SATU TINGKAT DENGAN BERBANTUAN PERANGKAT LUNAK

Tri Susilo*, Aris Widodo

Program Studi Teknik Aeronautika, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan,
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

*Corresponding Author: aviator_tri@yahoo.com

Abstrak. Makalah ini menjelaskan tentang perhitungan dan menganalisa lintasan terbang roket model satu tingkat dengan menggunakan komputerisasi atau perangkat lunak sebagai salah satu alat analitik. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah Visual Basic 6.0 untuk menganalisis lintasan terbang motor roket berbahan bakar padat dan MatCad 2000 untuk mendapatkan gambaran kedudukan dan riwayat roket terhadap ketinggian. Analisis perhitungan yang dilakukan meliputi ketinggian terbang maksimum, kecepatan terbang, kedudukan roket dan perhitungan mengenai perbandingan massa, kecepatan pancar gas, impuls total, kecepatan pancar gas efektif dan spesifik impuls pada berbagai ketinggian. Kesimpulan yang diperoleh adalah Roket mencapai titik tertinggi (*culmination point*) di ketinggian 31.589,66 meter dalam waktu 178,13 detik setelah roket mulai diluncurkan. Bagian roket di ketinggian 17.772,49 meter dalam waktu 11.23 detik akan mengalami titik mati dan akan meluncur dengan kecepatan V_{off} sampai titik puncak (*culmination point*).

Kata Kunci : Lintasan terbang, Roket model satu tingkat, Ketinggian terbang, Titik puncak, Kecepatan terbang

Abstract. This paper provides an explanation of the computational and analyses of flight line for single stage rocket model. There are two software's used are that Visual Basic 6.0 to flight line analytic and MatCad 2000 to get the figure of position and flight history. The rocket analyses are including the maximum flight altitude, velocity, position, mass comparison, jet velocity, specific and total impulse on every altitude. The conclusion obtained is that the Rocket reaches its highest point (*culmination point*) at an altitude of 31,589.66 meters within 178.13 seconds after the rocket starts launching. The rocket section at an altitude of 17,772.49 meters in 11.23 seconds will experience a dead spot and will glide at V_{off} speed to the peak point (*culmination point*).

Keywords: Flying track, Single stage rockets, flying altitude, Culmination point, flying speed

I. LATAR BELAKANG

Sejak awal tahun 80-an Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) terus mengembangkan penelitian dalam partisipasinya meningkatkan kualitas pendidikan dan teknologi penerbangan dan antariksa ditanah air, khususnya motor roket.

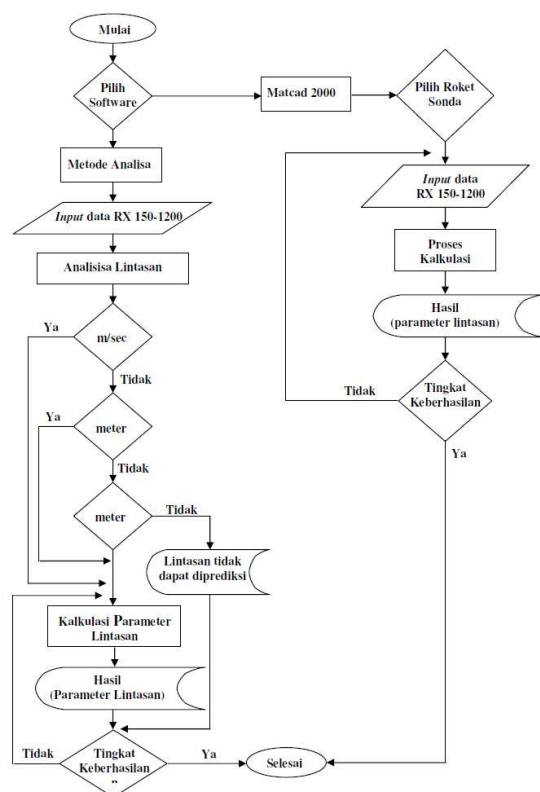
Roket meteorologi yang juga biasa disebut dengan roket sonda (*sounding rocket*) ini, sekaligus menjadi subjek penelitian adalah roket model RX 150-

1200 dengan bahan bakar padat berdiameter antara 150 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm, 380 mm, dan 600 mm. Model roket tersebut dibuat oleh LAPAN sendiri dan dengan adanya penelitian yang dilakukan, diharapkan mampu meningkatkan performa dan fungsi motor roket produksi LAPAN ini.

Salah satu pemikiran yang masih terus diusahakan adalah penggunaan perangkat lunak (*software*) sebagai suatu

alat untuk menentukan perhitungan dan menganalisa lintasan terbang roket.

Penelitian dengan berbantuan perangkat lunak (*software*) Visual Basic 6.0 ini mencakup perhitungan dan analisis motor roket satu tingkat (*single stage*), yang diaplikasikan pada motor roket *propellant* padat RX 150-1200, yang meliputi parameter-parameter yang berkaitan dengan lintasan terbang roket dalam ruang hampa, seperti ketinggian terbang maksimum, kecepatan terbang, kedudukan roket (jarak *horizontal*) dan perhitungan mengenai perbandingan massa, kecepatan pancar gas, *impuls* total, kecepatan pancar gas efektif dan *impuls spesifik* pada berbagai ketinggian.



Gambar 1-1. Bagan alur penelitian

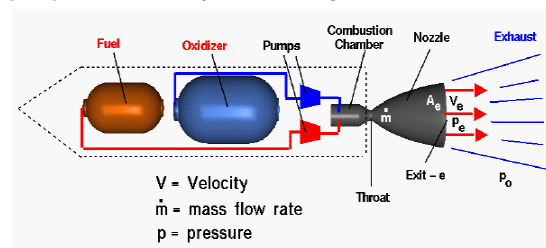
II. PENGERTIAN MOTOR ROKET

Motor roket adalah suatu alat yang dapat menghasilkan daya dorong, dan

bekerja berdasarkan hukum Newton III, (*aksi sama dengan reaksi dan berlawanan arah*).

Pancaran pada motor roket berbeda dengan jenis motor lainnya (*air breathing engine*), yaitu sama sekali tidak tergantung dari medium atau udara sekelilingnya karena sudah *self-containing*. Jadi didalam motor roket mengandung bahan bakar (*fuel*) dan zat pembakar (*oxidator*) didalamnya.

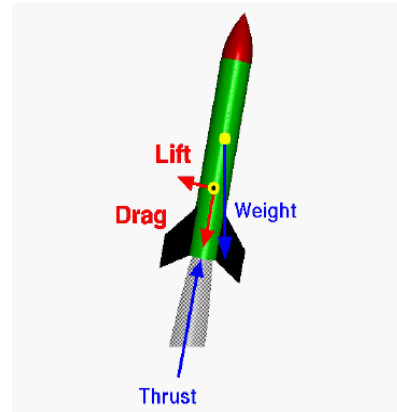
Dengan demikian motor roket merupakan satu-satunya motor propulsi yang dapat bekerja didaerah hampa udara, oleh karena itu daerah operasinya tidak terbatas dan satu-satunya motor *propulsi* untuk penerbangan Antariksa.



Gambar 1. Skema motor roket

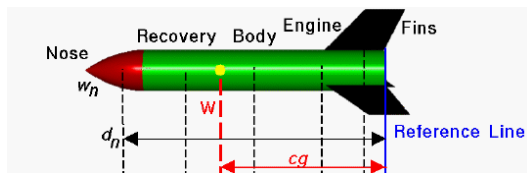
2.1. Gaya dan Kendali Motor Roket

Motor roket memiliki empat gaya dalam kondisi terbang, yaitu; berat (*weight*), gaya dorong (*thrust*), gaya hambat (*drag*), and gaya angka (*lift*).

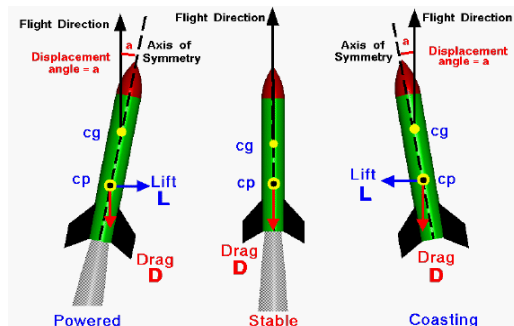


Gambar 2. Gaya-gaya pada motor roket

Dalam sistem pengendalian ada tiga komponen dasar yaitu sensor, komputer dan alat kontrol penerbangan, sensor digunakan untuk menentukan lintasan yang sebenarnya, sedang komputer berfungsi untuk membandingkan lintasan yang ditempuhnya dengan lintasan yang telah diprogram dan dimasukkan ke dalam ingatannya. Setelah diadakan koreksi oleh komputer kemudian dikirimlah perintah ke kontrol penerbangan sehingga terjadilah perubahan gerak atau arahnya.



Gambar 3. Titik pusat motor roket



Gambar 4. Skema motor roket

Sesuai dengan perkembangannya sistem pengendalian roket sangatlah beraneka ragam diantaranya; sistem gimbal, sistem pelat pengubah arah gas buang, sistem penyemprotan cairan dan cirooskop.

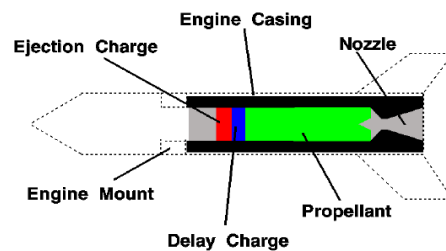
2.2. Roket Model Satu Tingkat

Roket model satu tingkat (*single stage model rocket*) umumnya dipergunakan untuk kebutuhan penelitian

ilmiah meteorologi. Roket model ini dapat mengukur sesuai dengan muatan (*payload*) yang dibawanya, contohnya adalah;

- Suhu,
- Tekanan dan kecepatan angin,
- Kepadatan dan suhu elektron,
- Kepadatan dan suhu ion,
- Intensitas kosmis,
- Pengukuran medan geomagnet,
- dan lain sebagainya.

Roket ini umumnya beroperasi pada wilayah *mesosfer* hingga *ionosfer*. Seperti diketahui bahwa sebelum mencapai daerah tersebut roket harus melewati beberapa wilayah bagian atmosfer bumi yaitu *troposfer* dan *stratosfer*.



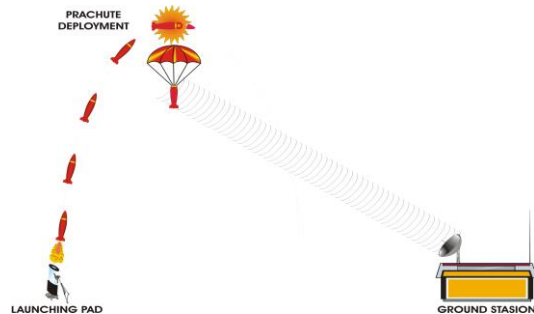
Gambar 5. Skema motor roket satu tingkat

RX 150-1200 adalah roket dengan bahan bakar padat dengan diameter 150 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm, 380 mm, dan 600 mm.

2.3. Lintasan Terbang Roket

Analisa lintasan terbang roket diawali dengan mengasumsikan roket terbang tanpa pengaruh gaya hambat (*drag*) atau biasa disebut lintasan ruang hampa. Setelah itu barulah dimasukan pengaruh gaya hambat (*drag*) untuk analisa lebih lanjut.

Namun, dalam penelitian ini hanya akan dibatasi pada pembuatan program kalkulasi dalam lintasan ruang.



Gambar 6. Lintasan terbang roket

III. DATA PARAMETER ROKET

Berikut data teknis dan hasil uji statik motor roket *propellant* padat RX-150-1200:

- Berat roket sebelum uji statik 45,269 kg
- Berat roket setelah uji statik 25,38 kg
- Gaya dorong rata-rata 740,46 N
- Impuls spesifik 415.926 sec
- Tekanan *exit* $11,24 \times 10^{-4}$ N/m²
- Tekanan *ambient* $0,1031 \times 10^{-4}$ N/m²
- Lama pembakaran 11,23 sec
- Diameter *throat* 0,05 m
- Diameter *exit* 0,139 m

3.1. Data parameter berat *inert* (W_i)

- Berat tabung 10,8 kg
 - Berat *liner* 2,2 kg
 - Berat *nozzel* 11 kg
 - Berat *igniter* 0,669 kg
 - Berat *payload* 11,5 kg
- Sehingga jumlah berat *inert* (W_i) 36,169 kg

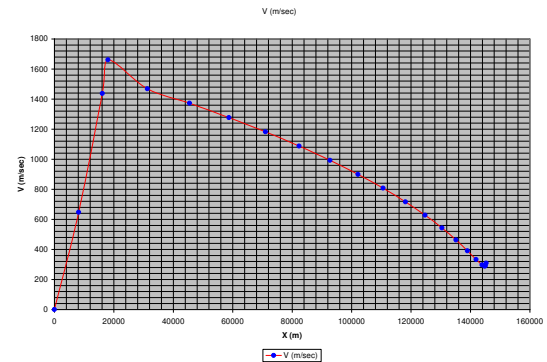
3.2. Data Parameter Berat Total (W_o)

- Berat *inert* 36,169 kg
 - Berat *propellant* 20 kg
 - Berat *sliver* 11,2 kg
- sehingga berat total (W_o) 56,769 kg

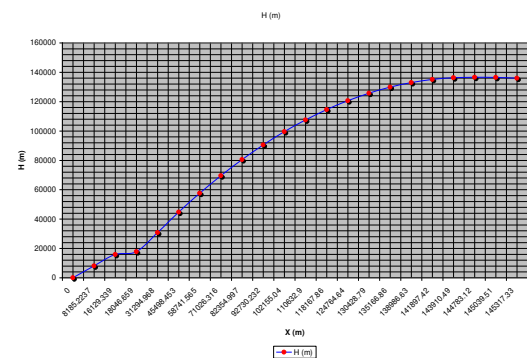
IV. ANALISIS PERHITUNGAN

4.1. Perhitungan Kecepatan dan Ketinggian Terhadap Jarak *Horizontal*

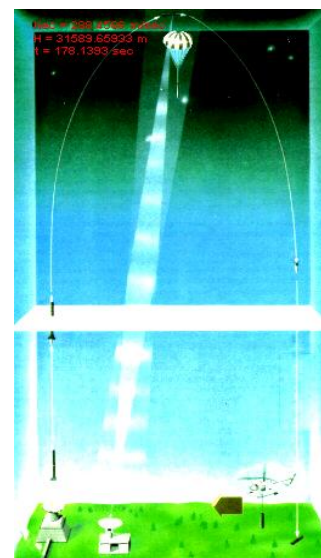
Hasil analisa perhitungan kecepatan dan ketinggian terhadap jarak terbang horizontal ditampilkan pada grafik-grafik berikut:



Grafik 7. Kecepatan vs Jarak *horizontal*



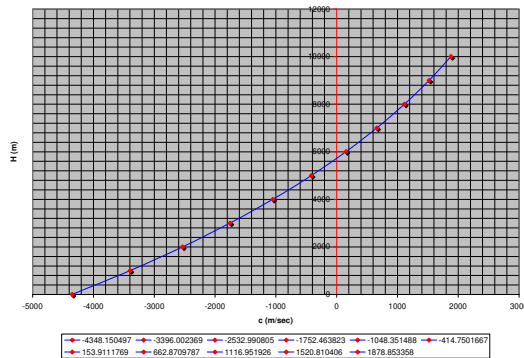
Grafik 8. Ketinggian vs Jarak *horizontal*



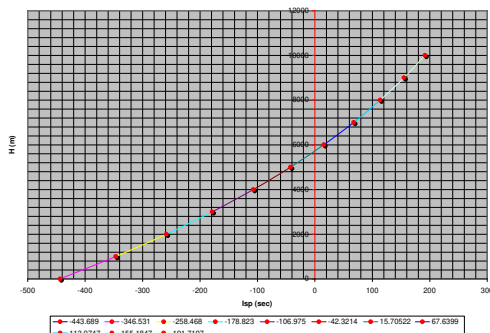
Gambar 9. Skema lintasan roket hasil analisa MatCad 2000

4.2. Perhitungan Kecepatan Pancar Efektif dan Impuls Spesifik Terhadap Berbagai Ketinggian

Hasil analisis perhitungan pancar efektif terhadap ketinggian ditampilkan pada grafik-grafik berikut:



Grafik 10. Kecepatan pancar efektif vs Ketinggian



Grafik 11. Impuls spesifik vs Ketinggian

V. KESIMPULAN

1. Roket mencapai titik tertinggi (*culmination point*) di ketinggian 31.589,66 meter dalam waktu 178,13 detik setelah roket mulai diluncurkan.
2. Bagian roket di ketinggian 17.772,49 meter dalam waktu 11.23 detik akan mengalami titik mati dan akan meluncur dengan kecepatan V_{off}

sampai titik puncak (*culmulation point*).

3. Setelah roket mencapai titik puncak (*culmulation point*), maka alat pengapian akan dibagi dua, selongsong roket akan jatuh bebas dan *payload* akan jatuh dengan mengalami perambatan oleh parasut.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Sufri, Achmad. *Sistem Instrumentasi Akuisisi Data Untuk Uji Statik Motor Roket: Penerapan Pada Uji Statik Motor Roket RX-150-1200*. LAPAN. Jakarta. 2005.
2. Ferdham S. *High Explosives and Propellant*, 2nd edition, Pergamon Press Ltd., England 1980.
3. Samosir, Ganda, *Evaluasi Unjuk Kerja Sistem Propulsi Motor Roket RX-150-1200 Dengan Menggunakan Piranti Lunak Produk Lapan*, LAPAN, Jakarta 2007.
4. Sembiring, Turah. *Penelitian Prestasi Terbang Roket Sonda Satu Tingkat RX-320*, LAPAN, Jakarta 2008.
5. Sukandi N.R., *Dari Roket Meteorologi Menuju Roket Pengorbit*, LAPAN, Jakarta 2004.
6. Sutton G.P., D.M. Rose, *Rocket Propulsion Elements*, John Willey & Sons, New York 2001.