



# **Analisis Karakteristik Aerodinamika *Nose Cone* Roket dan Panjang Badan Roket Dengan Metode *Computational Fluid Dynamic***

## ***Analysis Of Characteristic Of Rocket Nose Cone and Rocket Body Length Using Computational Fluid Dynamic Method***

**Muhammad Ammar Abdillah<sup>1</sup>, Linggar Widayatmo<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara  
E-mail: [mammarabdillah@gmail.com](mailto:mammarabdillah@gmail.com), [lw2844@gmail.com](mailto:lw2844@gmail.com)

**Abstract—** *Rockets are space vehicles, guided missile, or a flying vehicle that obtains thrust through the reaction of a rocket to the rapid ejection of fluid material from the outlet rocket engine. Often the definition of rocket is used to refer to a rocket engine. On a rocket there is a nose cone, which is the tip of the rocket. Nose cone is the frontmost part of the rocket which functions as an air breaker so that the nose cone experiences strong pressure and can crack due to the high speed of the rocket. So the nose cone needs to measure pressure to get a nose cone that is suitable for the rocket. As technology develops, various kinds of research are developed using applications for aerodynamic analysis. This research aims to determine the aerodynamic characteristics in the form of drag force and Drag Coefficient of various nose cone shapes and different lengths using speeds of 0.3 mach, 1.3 mach, 2.3 mach. From the test results, the difference in the Coefficient Drag (CD) calculation results using speeds of 0.3 mach, 1.3 mach and 2.3 mach will affect the resulting drag force (Drag). The results of the test results which have the smallest drag force are those with a blunt nose cone at speeds of 0.3 and 1.3 Mach, but when calculated using the Coefficient Drag formula the smallest rocket model results are the standard nose cone model at all speed variations. meaning that the best rocket to use in all speed variations is the standard form..*

**Keywords—** *Nose Cone, Aerodynamics, Drag, Coefficient Drag, ANSYS, Computational Fluid Dynamic, Body lenght*

**Abstrak—** Roket merupakan wahana luar angkasa, peluru kendali, atau kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap keluarnya secara cepat bahan fluida dari keluaran mesin roket. Seringkali definisi roket digunakan untuk merujuk kepada mesin roket. Pada roket terdapat *Nose cone* yaitu ujung dari roket tersebut. *Nose cone* merupakan bagian yang paling depan pada roket yang berfungsi sebagai pemecah udara sehingga *nose cone* mengalami tekanan yang kuat dan dapat mengalami keretakan karena kecepatan roket yang tinggi. Maka *nose cone* perlu melakukan pengukuran tekanan sehingga mendapatkan *nose cone* yang sesuai untuk roket. Seiring berkembangnya teknologi, berbagai macam penelitian dikembangkan dengan menggunakan aplikasi untuk analisis aerodinamika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aerodinamika berupa gaya hambat (*drag*) dan *Coefficient Drag* dari berbagai bentuk *nose cone* dan perbedaan panjang dengan menggunakan kecepatan 0,3 mach, 1,3 mach, 2,3 mach. Dari hasil pengujian, perbedaan hasil perhitungan *Coefficient Drag* (CD) menggunakan kecepatan 0,3 mach 1,3 mach dan 2,3 mach akan memengaruhi terhadap gaya hambat (*Drag*) yang dihasilkan. Hasil dari pengujian hasil yang memiliki gaya hambat terkecil adalah yang mempunyai *nose cone* bentuk tumpul pada kecepatan 0,3 dan 1,3 mach, namun saat dihitung menggunakan rumus

---

\* Muhammad Ammar Abdillah  
E-mail: [mammarabdillah@gmail.com](mailto:mammarabdillah@gmail.com)

***Coefficient Drag*** didapatkan hasil model roket yang terkecil adalah model *nose cone* standar di semua variasi kecepatan, artinya roket yang terbaik digunakan dalam semua variasi kecepatan adalah bentuk standar.

Kata Kunci— *Nose Cone, Aerodynamics, Drag, Coefficient Drag, ANSYS, Computational Fluid Dynamic, Body length*

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan roket di bidang militer sangat penting untuk pertahanan negara karena dalam pergerakannya dapat diarahkan sesuai dengan yang diinginkan, maka dari itu bisa dikendalikan kepada lawan untuk menghancurkan suatu objek. Roket ini bisa diluncurkan oleh pesawat penyerang darat (roket udara ke permukaan), ditembakkan dari permukaan (darat/laut) ke sasaran diudara (darat ke udara), atau bisa ditembakkan dari permukaan (darat/laut) ke sasaran permukaan yang lain. Ketika era perang Vietnam, terdapat juga roket darat-udara tanpa kendali yang dibuat untuk menyerang pesawat yang terbang dalam formasi. Peluru kendali serupa dengan roket dengan perbedaan sistem kendali untuk memperbesar kemungkinan mengenai sasaran.

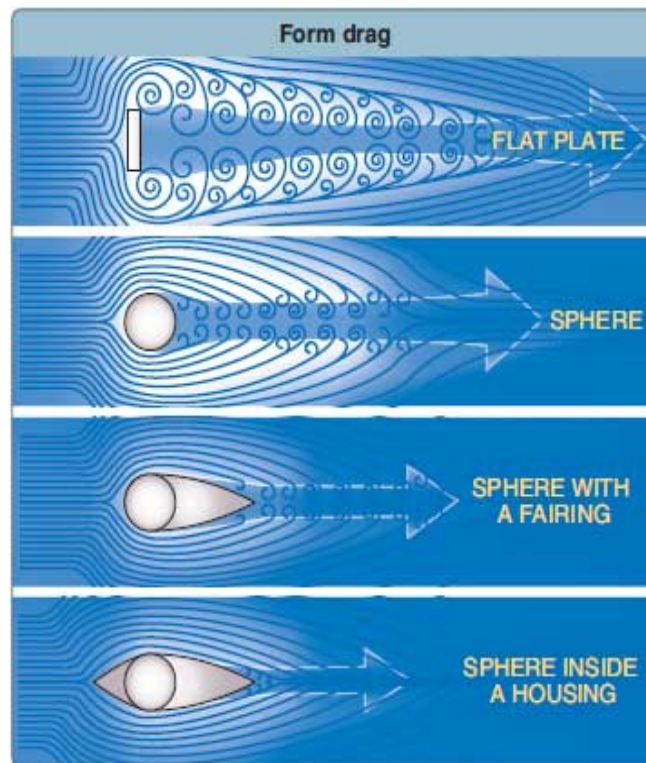
Roket merupakan wahana luar angkasa, peluru kendali, atau kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap keluarnya secara cepat bahan fluida dari keluaran mesin roket. Aksi dari keluaran dalam ruang bakar dan nozle pengembang, mampu membuat gas mengalir dengan kecepatan hipersonik sehingga menimbulkan dorongan reaktif yang besar untuk Roket FFAR (*Folding Fin Aircraft Rocket*) kaliber 2.75 in (70 mm) adalah salah satu jenis roket yang dimiliki oleh TNI AU dan helikopter serbu Puspenerbad. Roket ini ditembakkan dari pesawat tempur dalam latihan maupun operasi untuk menghancurkan sasaran darat. Rancangan FFAR berupa sirip lipat yang akan mengembang saat ditembakkan dengan pola penembakkan salvo. Pada roket terdapat *Nose cone* yaitu ujung dari roket tersebut. *Nose cone* merupakan bagian yang paling depan pada roket yang berfungsi sebagai pemecah udara sehingga *nose cone* mengalami tekanan yang kuat dan dapat mengalami keretakan karena kecepatan roket yang tinggi. Maka *nose cone* perlu melakukan pengukuran tekanan sehingga mendapatkan *nose cone* yang sesuai untuk roket.

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai macam penelitian dikembangkan dengan menggunakan aplikasi untuk analisis aerodinamika, salah satu metode yang digunakan adalah Computational Fluid Dynamic (CFD) dengan software Ansys. Ansys merupakan program paket yang dapat memodelkan elemen hingga untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan mekanika, termasuk di dalamnya masalah statik, dinamik, analisis struktural (baik linier maupun non linier), perpindahan panas, fluida dan akustik serta elektromagnetik. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aerodinamika dari berbagai bentuk *nose cone* yang digunakan pada berbagai macam roket. Penelitian ini dilakukan menggunakan Software Ansys 2023 R1 karena diharapkan mampu memberikan hasil penelitian yang lebih akurat dan memberikan data-data yang lebih lengkap.

## II. LANDASAN TEORI

### A. *Form Drag*.

*Form Drag* adalah Drag yang disebabkan oleh pemisahan lapisan batas dari permukaan dan bangun yang diciptakan oleh pemisahan itu. *Form Drag* memiliki bentuk sesuai dengan bentuk benda yang dilewatinya. Untuk mengurangi hambatan bentuk, permukaan *nose cone* yang terkena aliran udara angin relatif dirampingkan. Angka-angka yang tersisa dari diagram yang berdekatan menunjukkan bagaimana, ketika perampingan meningkat, hambatan bentuk berkurang.



Gambar 1. Jenis-jenis Form Drag.

**B. Interference of Drag** adalah Drag yang terjadi karena intersection atau pertemuan dari airstreams yang membuat turbulence atau terganggunya kelancaran Airflow. Contohnya adalah pertemuan dari wing dan fuselage. Sehingga bagian tersebut biasanya sayap pesawat diberikan bagian yang lebih tebal. Namun pada kasus ini kami terapkan pada nose cone roket.

*Induced Drag* adalah gaya yang membuktikan bukti nyata bahwa tidak ada sistem yang bekerja 100% dengan efisien. *Induced Drag* adalah hasil dari sayap yang memproduksi *Lift*. *Induced Drag* memiliki sifat, semakin besar airspeed semakin kecil induced Drag. Adapun persamaan gaya hambat (*Drag*) adalah sebagai berikut:

$$D = C_D \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2\right) s \dots \dots \dots (2-1)$$

Dimana:

- D = Gaya hambat (N atau lbs).
- s = Surface area (m<sup>2</sup> atau ft<sup>2</sup>).
- ρ = Massa jenis (kg/m<sup>3</sup> atau slug/ft<sup>3</sup>).
- v = Kecepatan (m/s atau ft/s).
- C<sub>D</sub> = Koefisien gaya hambat.

### C. Coefficient Drag (C<sub>D</sub>).

*Coefficient Drag* adalah bilangan yang menunjukkan besar kecilnya nilai tahanan fluida yang diterima oleh suatu benda. Nilai *Coefficient Drag* yang kecil menunjukkan hambatan fluida yang diterima benda saat bergerak adalah kecil, begitupun sebaliknya. Berikut adalah rumus *Coefficient Drag* :

$$CD = \frac{2 \times D}{\rho \times v^2 \times s} \dots \dots \dots (2-2)$$

Dimana:

- D = Gaya hambat (N atau lbs).
- s = *Surface area* (m<sup>2</sup> atau ft<sup>2</sup>).
- ρ = Massa jenis (kg/m<sup>3</sup> atau slug/ft<sup>3</sup>).
- v = Kecepatan (m/s atau ft/s).
- C<sub>D</sub> = Koefisien gaya hambat.

#### D. CFD (*Computational Fluid Dynamic*).

*Computational Fluid Dynamics (CFD)* adalah bidang ilmu yang berfokus pada penggunaan metode komputasi dan pemodelan matematis untuk memahami, menganalisis, dan memprediksi perilaku aliran fluida. Cara lain dalam suatu eksperimen aerodinamika adalah dengan menggunakan terowongan angin (*wind tunnel*). CFD menggabungkan prinsip-prinsip dasar fisika, seperti hukum kekekalan massa, momentum, dan energi, dengan teknik komputasi dan matematika untuk mensimulasikan aliran fluida secara numerik.

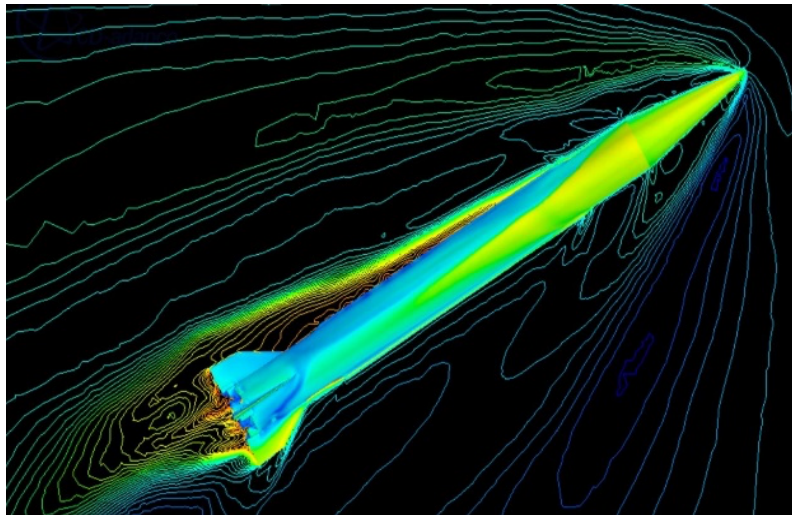
CFD ditemukan pada tahun 60-an dan mulai dikembangkan pada tahun 70-an, awalnya pemakaian konsep CFD hanya digunakan untuk aliran fluida dan reaksi kimia, namun seiring dengan berkembangnya industri di tahun 90-an membuat CFD makin dibutuhkan pada berbagai aplikasi lain. Contohnya sekarang ini banyak sekali paket-paket software CAD menyertakan konsep CFD yang dipakai untuk menganalisa stress yang terjadi pada design yang dibuat. Pemakaian CFD secara umum dipakai untuk memprediksi:

1. Aliran dan panas.
2. Transfer massa.
3. Perubahan fasa seperti proses melting, pengembunan dan pendidihan.
4. Reaksi kimia seperti pembakaran.

Lajunya perkembangan teknologi pada zaman sekarang yang serba digital, memberikan dampak yang positif bagi umat manusia salah satunya yaitu memperoleh data dari penelitian yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi bila di analisa secara manual. *Computational Fluid Dynamics (CFD)* adalah salah satu wujud perkembangan teknologi dibidang analisis untuk mendapatkan data tentang bagaimana aliran fluida. CFD merupakan media yang didalamnya terdapat berbagai dasar ilmu teknologi seperti ilmu komputer, teknik, matematika, dan fisika, ilmu teknologi tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan simulasi dan permodelan aliran fluida.

Tujuan digunakannya CFD pada analisa ini untuk memperlihatkan visualisasi aliran yang melewati sebuah roket pada *nose cone* dan memberikan data aliran fluida yang sukar diperoleh pada sebuah analisis. Hukum navier stokes merupakan hukum yang mendasari proses penghitungan komputasional yang digunakan pada CFD.

CFD dapat menganalisa dan menghitung gaya Angkat (*lift*), gaya hambat (Drag) dan momen berikut koefisiennya secara kuantitatif dan memungkinkan prediksi stall pada roket yang sulit untuk dianalisa dengan teori. CFD juga menggambarkan distribusi tekanan, distribusi kecepatan sampai garis *streamline* yang sulit diamati dengan pengujian secara manual.



Gambar 2.5 Computational Fluid Dynamic Rocket

E. **Ansys.** *ANSYS* merupakan software berbasis *finite element analysis (FEA)*. *ANSYS* adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis berbagai macam struktur, aliran fluida, dan perpindahan panas dari beberapa software analisis yang lain yaitu Nastran, CATIA, Fluent, dan yang lain. Secara umum, Analisa yang dapat dilakukan oleh *ANSYS* ini adalah Analisa struktur, thermal, fluids atau CFD serta berbagai *case engineering* lainnya. Kami menggunakan software ini karena direkomendasikan oleh dosen pembimbing dan juga saran dari rekan taruna. Kami menggunakan software *ANSYS* student karena ini adalah versi yang gratis dan mudah untuk para pelajar yang baru mulai mencoba, kami mendapatkan pelajaran *ANSYS* pada praktikum Aerodinamika Komputasi di Departemen Aeronautika Akademi Angkatan Udara.

#### F. **SolidWorks.**

*Solidworks* adalah salah satu *CAD* software yang dibuat oleh *Dassault Systems* digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

*Solidwork* merupakan software yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, casing handphone, mesin mobil, dsb. Software ini merupakan salah satu opsi diantara desain software lainnya seperti *catia*, *inventor*, dan *Autocad*. Namun bagi yang berkecimpung dalam dunia teknik khususnya teknik mesin dan teknik industri, software ini harus dipelajari karena sangat sesuai dan prosesnya lebih cepat daripada harus menggunakan *Ansys* dalam mendesain. File dari *Solidwork* ini dapat di ekspor ke software semisal *Ansys* dan *FLOVENT*. Desain kita juga bisa disimulasikan, dianalisis, kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya.

*Solidworks* dalam penggambaran atau pembuatan model 3D menyediakan *feature-based, parametric solid modelling*. *Feature-based* dan *parametric* ini yang akan sangat mempermudah bagi usernya dalam membuat model 3D. Hal ini membuat kita sebagai user bisa membuat model sesuai dengan keinginan kita. *Solidworks* adalah aplikasi *CAD (Computer Aided Design)*. Artinya, *Solidworks* adalah aplikasi yang berfungsi untuk membantu proses desain (pada desain teknik). *Solidworks* dapat kita gunakan untuk membuat desain 2D maupun 3D, tetapi pada umumnya digunakan untuk membuat desain 3D. Saya menggunakan aplikasi ini karena untuk memudahkan dalam membuat permodelan, aplikasinya sangat mudah untuk dioperasikan. Lalu setelah permodelannya jadi, gambar tersebut di convert kedalam software *ANSYS Fluent* untuk dilakukan pengujian *Computational Fluid Dynamic*.

**G. Center Of Gravity.** Gravitasi merupakan sifat percepatan pada bumi yang menghasilkan benda jatuh secara bebas. Percepatan gravitasi pada setiap tempat permukaan bumi tidak sama. Di equator percepatan gravitasi sekitar  $9,78 \text{ m/s}^2$ , sedangkan di daerah kutub sekitar  $9,83 \text{ m/s}^2$ . (Putu Artawan, 2013). Setiap benda yang bergerak maupun diam mempunyai letak titik pusat gravitasi atau *center of gravity (cg)*. Pada benda yang memiliki masa yang tetap, letak *center of gravity* cenderung tetap, sedangkan pada benda yang mengalami perubahan massa letak *center of gravity* akan berubah. Perpindahan letak *center of gravity* pada roket cenderung mengarah ke bagian belakang yang disebabkan oleh kontribusi berat terbesar adalah nosel dan badan roket.

**H. Jenis aliran udara.** Terdapat beberapa macam jenis-jenis aliran udara diantaranya sebagai berikut:

1. *Laminar flow*. Merupakan aliran yang berbentuk *streamline* dan mengikuti bentuk benda yang dilaluinya.
2. *Turbulence flow*. Merupakan aliran yang acak dan bergerak ke segala arah cenderung merusak aliran *laminar*.
3. *Continuous flow*. Aliran molekul udara yang terus menerus mengalir tanpa terputus. Yaitu benturan yang terjadi antar molekul tidak dapat dibedakan karena jarak antar molekul lebih pendek dari pada diameter molekul itu sendiri.
4. *Free molekul flow*. Aliran molekul bebas adalah dimana aliran molekul udara bergerak bebas karena benturan yang terjadi antara molekul udara berkala, tidak terus menerus disebabkan jarak antar molekul lebih jauh dari pada diameter molekul itu sendiri.
5. *Inviscid flow*. Aliran yang dalam pergerakannya dianggap tidak terpengaruh oleh perubahan gaya, baik konduksi panas maupun difusi termal karena gaya gesek antar udara.
6. *Viscous flow*. Aliran yang dalam pergerakannya menyebabkan perubahan gaya yaitu gaya gesek, konduksi panas dan difusi thermal.
7. *Incompressible flow*. Aliran tak-termampatkan adalah aliran fluida yang dicirikan dengan tidak berubahnya besaran kerapatan massa ( $\rho$ ) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida tak-termampatkan adalah air, berbagai jenis minyak, *emulsi*, dan sebagainya.
8. *Compressible flow*. Aliran termampatkan adalah aliran fluida yang ditandai dengan berubahnya besaran kerapatan massa (*densitas*) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida termampatkan adalah udara, gas alam, dan lain-lain.

**I. Bagian Pada Roket.** Sebelum melaksanakan analisis terhadap roket, kita diharuskan untuk mengetahui bagian bagian penting pada roket dan bagian mana yang akan kita analisis untuk mencari desain roket yang terbaik, yang gaya dragnya paling rendah lalu jika ditembakkan akan tepat sasaran dan dengan kecepatan yang terbaik, Berikut ini adalah bagian bagian pada roket:

1. *Nose Cone* *Nose cone* adalah bagian yang paling ujung dari sebuah roket, bentuk *nose cone* mempengaruhi kestabilan roket saat meluncur, selain itu juga menentukan kecepatan roket. *Nose cone* dibuat lancip agar mempunyai kecepatan yang maksimal karena ujung yang lancip dapat lebih mudah membelah udara. Nah pada bagian ini yang akan kami analisis dan dimodifikasi sudutnya untuk mendapat gaya drag yang kecil.

2. *Fin* atau Sayap Roket Sayap roket atau bisa disebut *Fin* adalah bagian yang sangat penting dari sebuah roket. *Fin* berfungsi sebagai pengarah aliran udara dari ujung roket menuju belakang. Dengan kata lain, *Fin* berfungsi membuat gerakan roket lebih stabil. Seperti halnya *nose cone*, bentuk *fin* juga berpengaruh pada kestabilan dan kecepatan roket. *Fin* yang ideal berjumlah tiga buah dan dipasang seimbang pada body roket. Selain bentuk *fin*, lebar *fin* juga mempengaruhi kecepatan roket. Semakin lebar *fin*, semakin luas pula penampang roketnya, sehingga semakin luas penampang roket, maka semakin mudah roket mengalirkan udara. Akan tetapi dengan membuat lebar ukuran *fin*, hambatan udara yang diterima oleh roket dan gaya berat roket juga semakin besar, namun pada analisis pada kesempatan kali ini, saya tidak akan memodifikasi *fin*.

3. *Nozzle* *Nozzle* adalah salah satu bagian penting dari sebuah roket karena *nozzle* juga menentukan besarnya thrust. Ukuran *nozzle* juga mempengaruhi kecepatan dan thrust duration. selain sebagai lubang keluarnya campuran air dan udara, *nozzle* juga berfungsi sebagai penghubung antara roket dengan Peluncur. Karena menghubungkan antara roket dengan Peluncur maka desain Peluncur, *nozzle* dan roket harus sesuai, karena itu bentuk *nozzle* menjadi beragam.

4. *Body Rocket* Badan roket (rocket frame) terbuat dari bahan yang ringan dan kuat seperti titanium dan aluminium, karena rangka berfungsi sebagai pelindung. Badan roket ini juga dilapisi dengan lapisan kusus untuk melindunginya dari panas yang berlebihan saat menembus atmosfer bumi dan juga untuk melindungi dari dingin yang berlebihan. Sirip dipasang pada bagian bawah roket untuk menjaga stabilitas selama peluncuran. di dalamnya terdapat bahan peledak atau propelan. Bahan pendorong, atau propelan, adalah material yang digunakan untuk mendorong suatu objek. Umumnya proses mendorong ini diakibatkan oleh reaksi kimia. Dalam roket dan amunisi, propelan adalah bahan peledak yang digunakan sebagai pembentuk gas pendorong dalam peluru senjata atau "motor roket". Propelan termasuk bahan peledak lemah yang digunakan sebagai bahan isian pendorong pada sebuah amunisi.

Roket yang kami ambil adalah model FFAR yaitu *folding fin* artinya roket dengan *fin* yang dilipat, ketika roket sudah posisi ready di dalam pesawat, *fin* tersebut posisi telipat, saat diluncurkan maka *fin* akan keluar, roket ini khusus digunakan untuk amunisi senjata pada pesawat *fixed wing* maupun *rotary wing* tempur, tidak digunakan untuk senjata pertahanan udara seperti rudal kiwi. Pada penelitian yang akan kami lakukan, kami mencari bentuk *nose cone* atau *warhead* dengan model yang sempurna agar roket selalu tepat sasaran.

### III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

Bab ini berisikan diagram alir (*flowchart*) yang meliputi proses penelitian, uraian data secara rinci mengenai penelitian, variabel penelitian, alat atau instrumen untuk mengumpulkan data, prosedur pengambilan pengumpulan data dan cara analisis data, dengan menggunakan *software Ansys*, gaya aerodinamika akan dianalisa dengan sebuah kontrol dimensi, luas dan volume dengan memanfaatkan teknologi komputasi komputer dalam melakukan perhitungan pada tiap elemen sudut *nose cone* pada roket. Penjelasan singkat mengenai tahapan penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

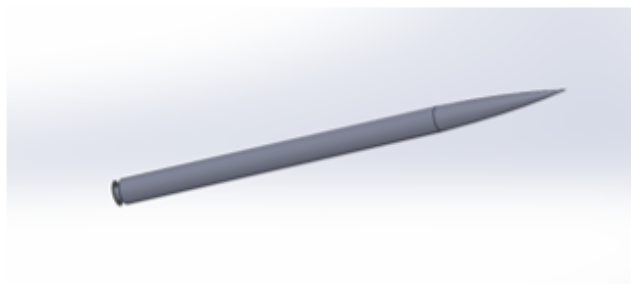
1. Pada tahap awal adalah mencari materi dan jurnal yang berhubungan dengan tugas akhir dengan judul dan materi pembahasan yang telah ditentukan, yaitu mencari informasi bagaimana spesifikasi roket FFAR standar dan kemampuannya dalam mencapai target.

2. Selanjutnya adalah pembuatan sampel menggunakan *software ANSYS* dengan menggunakan *Nose cone* yang telah dimodifikasi sudutnya (lebih tajam maupun tumpul), untuk mempermudah membuat permodelan menggunakan *software Solid Works* lalu di *convert* ke dalam aplikasi *ansys* kemudian hasilnya akan dianalisis dengan metode *Computational Fluid Dynamics* yang terdapat pada program *software ANSYS* untuk dianalisis karakter aerodinamika



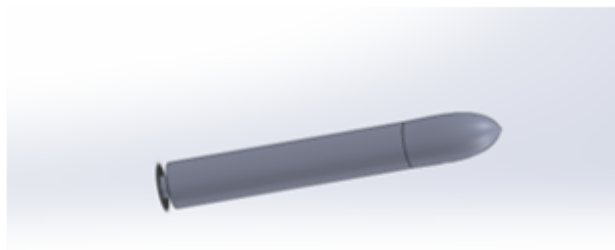
Luas Permukaan Tumpul (107,88 m<sup>2</sup>)

Gambar 3.1 Roket FFAR dengan *nose cone* tumpul



Luas Permukaan Runcing (122,11 m<sup>2</sup>)

Gambar 3.2 Roket FFAR dengan sudut Runcing



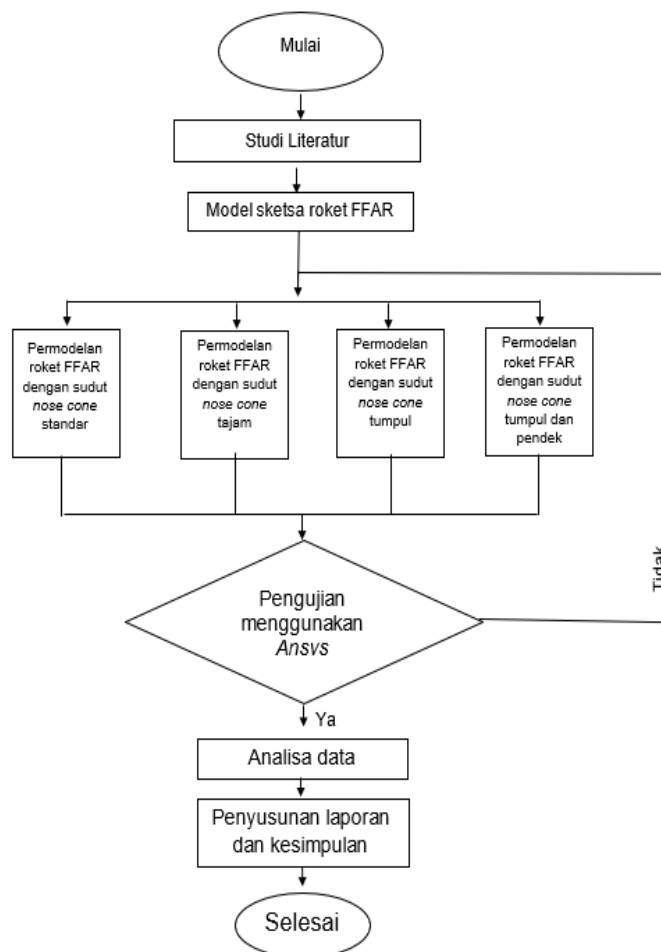
Luas Permukaan Pendek (111,72 m<sup>2</sup>)

3. Proses pengujian karakteristik aerodinamika ini menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD) dengan menggunakan *software ANSYS* dengan menganalisis gaya *drag*, koefisien *drag*, dan dari gaya *drag* dengan menggunakan berbagai variabel sudut yang berbeda, gaya *drag* tersebut jika mendapat nilai yang paling kecil maka roket akan bergerak lebih cepat.

4. Hasil dari variasi-variasi yang telah dilakukan kemudian ditarik kesimpulan. Kemudian dari pengujian masing-masing sampel dapat diperoleh sebagai berikut :

- a. Hasil dari *Nose cone* menggunakan sudut normal
- b. Hasil dari *Nose cone* menggunakan sudut tumpul
- c. Hasil dari *Nose cone* menggunakan sudut tajam
- d. Hasil dari *Nose cone* menggunakan sudut tumpul dengan badan roket lebih pendek
- e. Hasil terbaik dari modifikasi *Nose cone* dengan gaya *drag* terendah

Diagram alir penyusunan penelitian ini digambarkan pada gambar dibawah ini



#### IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian.

Berikut ini merupakan proses dari pengujian dan perhitungan model *Nose cone* Roket. Setelah diasumsikan dengan berbagai parameter dan perumusan masalah yang sudah ditentukan maka diperoleh data-data pengujian. analisis ini, fokus pembahasan adalah karakteristik aliran di ujung hingga belakang bentuk Roket, yaitu persebaran distribusi tekanan dan kecepatan aliran, sehingga dapat dianalisis gaya Hambat dari aliran yang terjadi.

### B. Pengumpulan Data.

Data-data hasil pengamatan yang diperlukan untuk pengujian bentuk dan ukuran standar Roket adalah sebagai berikut :

Data awal yang diperoleh adalah nilai-nilai besarnya *Lift* dan *Drag* yang dihasilkan pada saat pelaksanaan percobaan dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamic* yang dilakukan secara berulang-ulang dengan variasi sudut *Nose cone* dan Panjang badan. Dengan variasi kecepatan udara yang digunakan adalah 0,3 mach (*Subsonic*) 1,3(*Transonic*) 2,3(*Supersonic*). Pada percobaan ini kondisi operasional yang ditetapkan untuk simulasi adalah *Transient, Inkompresible, Subsonic, & Sea Level* menggunakan software Ansys 2023 R1. Pada saat pelaksanaan percobaan yang nantinya digunakan untuk mengetahui Gaya Hambat dan *Coefficient Drag*.

Proses ini kami lakukan berulang sesuai dengan variasi roket kami yang memiliki 4 perbedaan yang berbeda dan 3 kecepatan yang berbeda supaya kita bisa bandingkan mana roket yang paling kecil memiliki gaya hambat.

### C. Perbandingan Data.

Permodelan dan kecepatan yang kami ambil mencari mana bentuk roket dengan gaya hambat yang paling rendah dengan menggunakan variasi sebagai berikut:

1. Membandingkan Gaya Hambat (Drag) dan Coefficient Drag yang dihasilkan dengan kecepatan subsonic (0.3 mach) transonic (1,3 mach) dan supersonic (2,3 mach) menggunakan sudut nosecone standar.
2. Membandingkan Gaya Hambat (Drag) dan Coefficient Drag yang dihasilkan dengan kecepatan subsonic (0.3 mach) transonic (1,3 mach) dan supersonic (2,3 mach) menggunakan sudut nosecone Tumpul.
3. Membandingkan Gaya Hambat (Drag) dan Coefficient Drag yang dihasilkan dengan kecepatan subsonic (0.3 mach) transonic (1,3 mach) dan supersonic (2,3 mach) menggunakan sudut nosecone Runcing.
4. Membandingkan Gaya Hambat (Drag) dan Coefficient Drag yang dihasilkan dengan kecepatan subsonic (0.3 mach) transonic (1,3 mach) dan supersonic (2,3 mach) menggunakan Panjang roket lebih pendek

Setelah melaksanakan percobaan maka didapatlah hasil dari drag force dari tiap-tiap spesimen, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan manual dengan cara menggunakan rumus mencari CD, Berikut ini adalah rumus mencari CD :

$$CD = D / (\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot s)$$

Dimana:

D = Gaya hambat (N atau lbs).

s = Surface area (m<sup>2</sup> atau ft<sup>2</sup>).

$\rho$  = Massa jenis (kg/m<sup>3</sup> atau slug/ft<sup>3</sup>).

v = Kecepatan (m/s atau ft/s).

CD = Koefisien gaya hambat.

Sebagai contoh kami ambil data perhitungan dari hasil percobaan bentuk ukuran standar dengan kecepatan 102,877 m/s sebagai berikut

$$CD = 5778,79 / (\frac{1}{2} \cdot (1,225) \cdot (102,877)^2 \cdot (130,67))$$

$$= 0,006822107$$

Selanjutnya seluruh percobaan dihitung dan digabungkan di dalam tabel berikut dibawah ini :

| Bentuk  | 102,877  |         | 442,377  |         | 782,667  |         | $\rho$ | S (m <sup>2</sup> ) |
|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|--------|---------------------|
|         | D (N)    | CD      | D (N)    | CD      | D (N)    | CD      |        |                     |
| Standar | 5778,792 | 0,00682 | 100502,4 | 0,00641 | 315298,2 | 0,00643 | 1,225  | 130,67              |
| Pendek  | 5707,209 | 0,00788 | 103188,5 | 0,00770 | 318065,9 | 0,00758 | 1,225  | 111,72              |
| Tumpul  | 5551,341 | 0,00793 | 100067,4 | 0,00773 | 398019,6 | 0,00983 | 1,225  | 107,88              |
| Runcing | 5857,71  | 0,00740 | 107087,4 | 0,00731 | 332120,2 | 0,00724 | 1,225  | 122,11              |

Dapat disimpulkan secara sederhana bahwa pada percobaan menggunakan kecepatan 102,877 m/s terlihat pada gaya hambat atau drag force yang terkecil terlihat pada model Tumpul, lalu setelah dilakukan perhitungan secara manual untuk mencari coefficient drag didapatlah hasil yaitu pada model yang Standar lebih kecil daripada model yang lain. Selanjutnya adalah grafik dari percobaan roket dengan menggunakan kecepatan 1,3 Mach atau dikonversikan menjadi 442,377 (m/s).

Dapat disimpulkan secara sederhana bahwa pada percobaan menggunakan kecepatan 442,377 m/s terlihat pada gaya hambat atau drag force yang terkecil terlihat pada model Tumpul, lalu setelah dilakukan perhitungan secara manual untuk mencari coefficient drag didapatlah hasil yaitu pada model yang Standar lebih kecil daripada model yang lain.

Dapat disimpulkan secara sederhana bahwa pada percobaan menggunakan kecepatan 782,667 m/s terlihat pada gaya hambat atau drag force yang terkecil terlihat pada model Pendek, lalu setelah dilakukan perhitungan secara manual untuk mencari coefficient drag didapatlah hasil yaitu pada model yang Standar lebih kecil daripada model yang lain.

## V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang berjudul Analisis Karakteristik Aerodinamika Nose cone Roket dan Panjang Badan Roket dengan menggunakan metode Computational Fluid Dynamic adalah sebagai berikut:

Perbedaan dari bentuk nose cone dan panjang pada sebuah roket sangat berpengaruh terhadap karakteristik aerodinamika yang terjadi, hal ini dapat dilihat dari hasil percobaan yang kami lakukan, tampak pada gaya hambat yang didapat berbeda. Pada kecepatan 0,3 mach didapatkan hasil yaitu bentuk standar coefficient drag yang dihasilkan paling kecil, artinya roket pada kecepatan tersebut yang bentuk standar lebih cocok digunakan, lalu pada kecepatan 1,3 mach bentuk yang paling kecil coefficient drag adalah standar, begitu pula dengan kecepatan 2,3. Namun gaya hambat yang dihasilkan dari aplikasi ansys adalah bentuk tumpul yang paling kecil mendapatkan gaya hambat pada kecepatan 0,3 mach dan 1,3 mach. Pada 2,3 mach bentuk standar yang paling kecil Coefficient Drag yang dihasilkan

Setiap perubahan kecepatan yang digunakan hasilnya sama yaitu apabila dilihat dari hasil perhitungan manual coefficient drag yaitu bentuk standar yang paling kecil. Bila dari aplikasi ansys bentuk tumpul yang paling kecil namun pada kecepatan 2,3 mach bentuk standar yang lebih baik menerima gaya hambat, karena bentuk Standar mempunyai luasan lebih besar jika dilihat dari visualisasi aliran udara. Hasil dari bentuk yang runcing lebih besar Coefficient dragnya karena luas penampang pada bentuk runcing lebih kecil daripada bentuk standar sehingga hasil pembagi akan lebih besar

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran sebagai rekomendasi dalam penelitian lanjutan berikutnya, yaitu :

1. Perlunya pembuatan bentuk nose cone yang lebih bervariasi yang hasilnya lebih baik dan dapat digunakan TNI AU untuk alutsista persenjataan pertahanan udara.
2. Perlunya sumber literasi yang lebih banyak tentang melakukan pemrograman aplikasi ansys dan belajar untuk membuat model roket lebih baik lagi dan melakukan penelitian yang lebih bervariasi untuk menghasilkan perbandingan yang lebih signifikan.

## REFERENSI

- [1] Haryadi, D. R. B., Sofyan, E., & Eko Prasetyo, E. (2023). AERODYNAMIC ANALYSIS OF FOLDING *FIN* AERIAL ROKET 70 MM ON INCOMPRESSIBLE FLOW USING CFD-BASED SimScale. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 82–93. <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.844>
- [2] Mathew, B. C., Bandy, O., Tomar, A., Kumar, A., Ahuja, A., & Patil, K. (n.d.). *A review on computational drag analysis of rocket nose cone*.
- [3] Prabowo, D. A., Ak, R. E., & Hidayat, Z. (2021). Estimasi Parameter Aerodinamika Model Roket Menggunakan Computational Fluid Dynamics. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), E146–E153. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53422>
- [4] *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika, 2017: Kudus, 25 Juli 2017* (Cetakan pertama). (2017). Badan Penerbit Universitas Muria Kudus.
- [5] Wibowo, S. B., Basuki, B., Sutrisno, Rohmat, T. A., Siswanto, S., Nugroho, F., Ginting, P., & Anwar, Z. (2021). Vortex Dynamics Study and Flow Visualization on *Aircraft* Model with Different Canard Configurations. *Fluids*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/fluids6040144>