

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian mengenai desain dan manufaktur jet engine sebelumnya telah dilakukan oleh Pinlian Han (2017) dengan pembahasan spesifik mengenai hubungan antara desain dengan manufaktur dengan metode Aditif Manufaktur(AM). Karena aspek kritis keselamatan, aspek utama efisiensi, dan aspek penting biaya, AM sejauh ini merupakan pilihan terbaik untuk bagian-bagian mesin jet. Diperkirakan bahwa lebih dari 75% bagian mesin jet cocok untuk aplikasi AM karena bentuknya yang tidak beraturan dan strukturnya yang rumit. Alasan yang paling penting untuk kesesuaian ini, bagaimanapun, adalah bahwa semua metode tradisional perancangan dan manufaktur memiliki keterbatasan yang membuat mereka tidak dapat mencocokkan persyaratan kompetitif dari bahan dan proses yang terlibat dalam pembuatan bagian-bagian mesin jet.

Menurut hasil penelitian mengenai pemotongan *Nozzle After Body* yang dilakukan oleh Ioannis Goulos, Tomasz Stankowski, David MacManus, Philip Woodrow, dan Christopher sheaf (2018) menyatakan bahwa pemotongan *Nozzle After Body* dapat meningkatkan propulsi. Sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja engine dimana konsumsi bahan bakar berkurang dan hasil thrust meningkat. Teori ini biasanya diterapkan di engine type Very High Bypass Ratio

(VHBR) dan metode yang dikembangkan telah digabungkan dengan generasi mesh otomatis dan Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS).

Prinsip kerja jet engine pun mengandung prinsip Hukum Gerak Newton Ketiga dimana “gaya aksi dan reaksi dari dua benda memiliki besar yang sama, dengan arah terbalik, dan segaris. Artinya jika ada benda A yang memberi gaya sebesar  $F$  pada benda B, maka benda B akan memberi gaya sebesar  $-F$  kepada benda A.  $F$  dan  $-F$  memiliki besar yang sama namun arahnya berbeda. Hukum ini juga terkenal sebagai hukum aksi-reaksi, dengan  $F$  disebut sebagai aksi dan  $-F$  adalah reaksinya.”(1687) dan Hukum Bernoulli dimana “kenaikan kecepatan aliran fluida akan menyebabkan penurunan tekanan fluida secara bersamaan atau penurunan energi potensial fluida tersebut.”(1738). Dengan prinsip hukum-hukum tersebut membuat Jet Engine dapat bekerja dengan baik.

## **2.2 Dasar Teori**

Jet engine adalah suatu alat yang memanfaatkan gas sebagai fluida untuk memutar turbin dengan pembakaran internal. Didalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar roda turbin sehingga menghasilkannya. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri dari tiga komponen yaitu kompresor, ruang bakar dan turbin gas. Terdapat dua jenis jet engine yaitu :

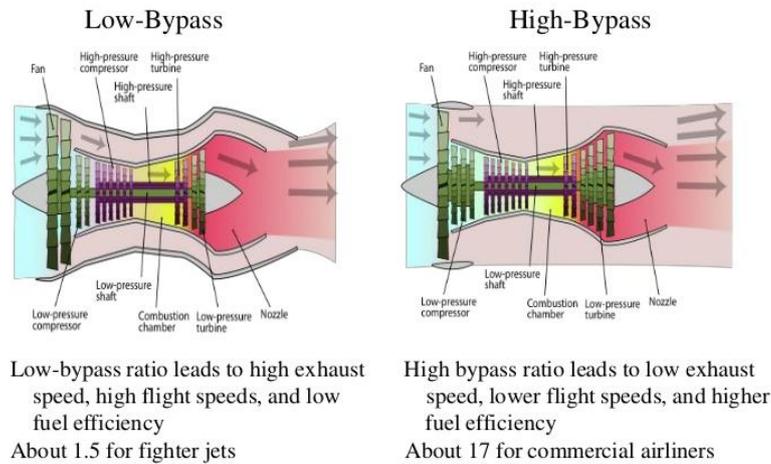
### 1. Type High Bypass Ratio

Engine Turbofan dengan type High Bypass Ratio memanfaatkan aliran udara sebesar 80% sebagai thrust utama atau gaya dorong utama tanpa proses pembakaran (udara dingin) pada engine, dimana udara yang diserap oleh fan melalui inlet air langsung dialirkan menuju exhaust, sedangkan 20% sisanya digunakan untuk suplai mesin sebagai pembakaran yang nantinya hasil pembakaran berfungsi untuk memutar aksesoris dan turbin yang terhubung dengan kompresor dan fan. Biasanya engine Turbofan dengan type ini digunakan oleh pesawat komersil seperti, Boeing 737/747, Airbush 380/330, dll.

### 2. Type Low Bypass Ratio.

Engine Turbofan dengan type Low Bypass Ratio memanfaatkan aliran udara sebesar 80% sebagai thrust utama atau gaya dorong utama dengan proses pembakaran (udara panas) pada engine, dimana udara yang diserap oleh fan diproses dalam ruang bakar sehingga menghasilkan udara bertekanan yang akan mendorong engine dan memutar aksesoris serta turbin yang terhubung dengan fan bagian depan engine, sedangkan 20% sisanya digunakan untuk pendinginan engine dimana udara yang diserap oleh fan hanya melewati bagian luar engine dan langsung dialirkan menuju exhaust. Turbofan engine dengan type ini biasanya digunakan pada pesawat tempur seperti F-16, Sukhoi karena memiliki dimensi diameter yang lebih kecil namun lebih panjang dan menghasilkan thrust force yang lebih besar pula.

## Jet Engines



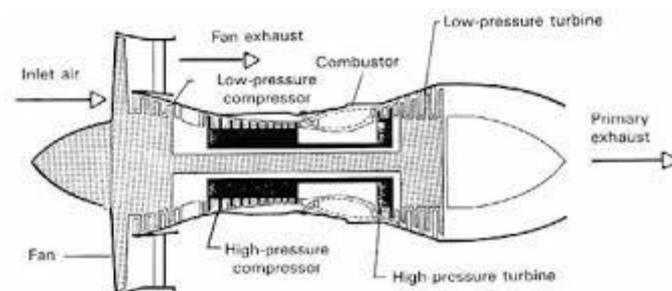
Gambar 2.1 Jet Engine Type High dan Low Bypass Ratio

Sumber : [wikipedia.org/wiki/Bypass\\_ratio](http://wikipedia.org/wiki/Bypass_ratio)

Perinsip kerja jet engine yaitu, udara masuk kedalam kompresor melalui saluran masuk udara (inlet). Kompresor berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut, sehingga temperatur udara juga meningkat. Kemudian udara bertekanan ini masuk kedalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar dilakukan proses pembakaran dengan cara mencampurkan udara bertekanan dan bahan bakar. proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan ruang bakar hanya untuk menaikkan temperatur. Gas hasil pembakaran tersebut dialirkan ke turbin gas melalui suatu nozel yang berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu-sudu turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin gas tersebut digunakan untuk memutar kompresornya sendiri dan memutar beban lainnya seperti generator listrik, dll. Setelah melewati turbin ini gas tersebut akan dibuang keluar melalui

saluran buang (exhaust). Secara umum proses yang terjadi pada suatu sistem turbin gas adalah sebagai berikut:

1. Pemampatan (*Compression*), dimana udara diserap melalui inlet oleh compresor dan dimampatkan
2. Pembakaran (*Combustion*), dimana udara yang telah dikompresikan dialirkan menuju ruang bakar dan dicampurkan dengan bahan bakar kemudian dibakar dalam suatu ruang.
3. Pemuaian (*Expansion*), dimana udara hasil pembakaran memuai akibat suhu dan tekanan yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai penggerak turbin.
4. Pembuangan (*Exhaust*), dimana udara hasil pembakaran yang telah digunakan untuk memutar turbin akan dikeluarkan melalui exhaust nozzle dan digunakan kembali sebagai thrust force



Gambar 2.2 Diagram Jet Engine

Sumber : [history.nasa.gov/SP-468/ch10-3.htm](http://history.nasa.gov/SP-468/ch10-3.htm)

### 2.3 Komponen Jet Engine

Pada suatu engine pasti memiliki beberapa komponen utama, jet enginepun memiliki komponen utama sebagai berikut:

### 2.3.1 Inlet Duck

Posisi inlet terletak di bagian depan mesin jet di depan compressor. Fungsi utama suatu inlet adalah sebagai tempat masuknya udara yang diperlukan untuk terjadinya suatu pembakaran di dalam ruang bakar (combustion chamber). Dalam merancang suatu inlet, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa bentuk inlet harus disesuaikan dengan kecepatan yang diinginkan atau kecepatan operasi mesin jet tersebut.

Secara ringkas, inlet dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu subsonic inlet dan supersonic inlet. Subsonic inlet digunakan pada pesawat dimana kecepataannya pada regime di bawah kecepatan suara. Sedangkan supersonic inlet adalah inlet yang digunakan untuk pesawat dimana kecepataannya bisa melebihi kecepatan suara. Bentuk keruncingan bagian depan inlet dirancang sedemikian hingga udara yang masuk ke dalam mesin jet sesuai dengan yang diinginkan.

### 2.3.2 Compressor

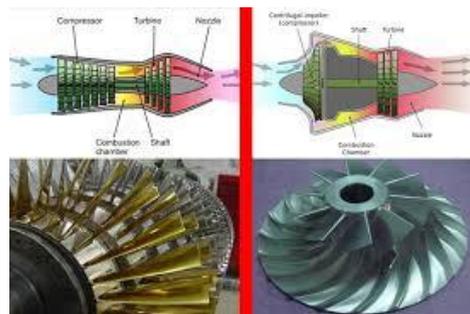
Fungsi daripada suatu compressor ini adalah untuk menaikkan tekanan yang mengalir dari inlet sebelum masuk ke ruang pembakaran. Ada dua jenis compressor, yaitu:

- 1) Compressor Aksial (axial)

Compressor jenis Aksial memiliki efisiensi yang lebih tinggi dikarenakan compressor jenis ini menggunakan rangkaian blade, sehingga udara yang masuk searah garis sumbu engine dan langsung dikompresikan.

## 2) Compressor Centrifugal

Compressor jenis Centrifugal menggunakan susunan impeler, sehingga udara yang masuk memiliki tekanan kearah luar. Maka dari itu diperlukan difusser untuk mengarahkan udara yang diserap kompresor.



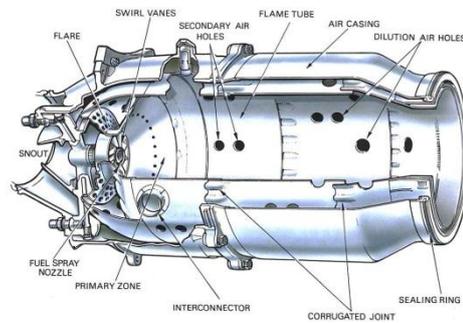
Gambar 2.3 Compressor Aksial dan Centrifugal  
Sumber : [airports-worldwide.com](http://airports-worldwide.com)

### 2.3.3 Combustion Chamber

Komponen ini memiliki fungsi sebagai ruang bakar pada jet engine, dimana udara yang memiliki tekanan dan bahan bakar akan dicampurkan dan dibakar pada ruangan ini. Combustion chamber pada jet engine memiliki 3 jenis, yaitu:

#### 1) Can

Jenis can terdiri dari ruang bakar yang tersusun secara individu berbentuk tabung-tabung (cans), dipasang melingkar sekeliling poros engine yang masing-masing menerima udara melalui shroud berbentuk silindris yang ada pada masing-masing can. Salah satu kerugian pemakaian ruang bakar jenis can adalah pemakaian ruang yang relatif lebih besar dalam bentuk diameter engine yang lebih besar.



Gambar 2.4 Combustion Chamber Type Can  
*Sumber : quora.com*

## 2) Annular

Jenis annular merupakan ruang bakar dengan ruang tunggal berbentuk silindris konsentris yang terpasang mengelilingi sumbu engine. Susunan ini efisien dalam pemakaian, kehilangan tekanan relatif kecil, mudah dipasang dengan pemasangan sumbu kompresor/turbin, efisiensi tinggi. Salah satu kerugiannya adalah persoalan struktur yang cenderung memperbesar diameter engine.





Gambar 2.7 Turbin Blade  
*Sumber :olympus-ims.com*

### 2.3.5 Exhaust

Exhaust adalah bagian akhir turbin gas yang berfungsi sebagai saluran pembuangan gas panas sisa yang keluar dari turbin gas. Exhaust section terdiri dari beberapa bagian yaitu : Exhaust Frame Assembly, dan Exhaust gas keluar dari turbin gas melalui exhaust diffuser pada exhaust frame assembly, lalu mengalir ke exhaust plenum dan kemudian didifusikan dan dibuang ke atmosfer melalui exhaust stack, sebelum dibuang ke atmosfer gas panas sisa tersebut diukur dengan exhaust thermocouple dimana hasil pengukuran ini digunakan juga untuk data pengontrolan temperatur dan proteksi temperatur trip.



Gambar 2.8 Exhaust Nozzle  
*Sumber :commons.wikimedia.org/wiki/*