

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian

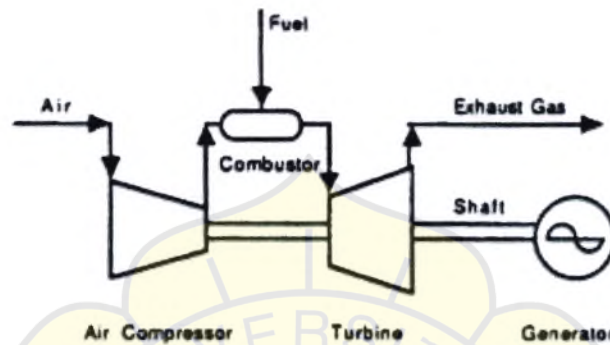
Turbin gas adalah suatu penggerak mula yang memanfaatkan gas sebagai fluida kerja. Di dalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik berupa putaran yang menggerakkan roda turbin sehingga menghasilkan daya.

Pada Saat ini perkembangan penggunaan turbin gas sudah sangat maju, dimana penggunaan turbin gas sebagai mesin penghasil daya dorong pada pesawat terbang. Di industri turbin gas digunakan untuk menggerakkan bermacam macam peralatan mekanik, misalnya pompa dan kompresor atau generator listrik kecil. Turbin gas juga digunakan untuk memutar generator listrik pada instalasi pembangkit listrik tenaga gas.

2.2 Prinsip Kerja

Udara masuk ke kompresor yang berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara melalui saluran masuk udara, akibatnya temperatur udara juga meningkat. Udara yang sudah di kompresi ini masuk ke dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar udara disemprotkan bahan bakar sehingga bercampur dengan udara dan menyebabkan terjadinya proses pembakaran. Proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan ruang bakar hanya untuk menaikkan temperature. Gas hasil pembakaran tersebut

dialirkan melalui suatu *nozzle* yang berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu sudu turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin tersebut digunakan untuk memutar kompresornya sendiri dan memutar beban lainnya seperti generator listrik. Sehingga untuk gas sisa dengan sendirinya akan keluar melalui saluran buang .



Gambar 2.1 Prinsip kerja sederhana Turbin Gas

2.3 Klasifikasi Turbin Gas

Turbin gas di klasifikasikan sebagai berikut :

- Berdasarkan Siklus kerja
- Berdasarkan konstruksi
- Berdasarkan aliran fluida

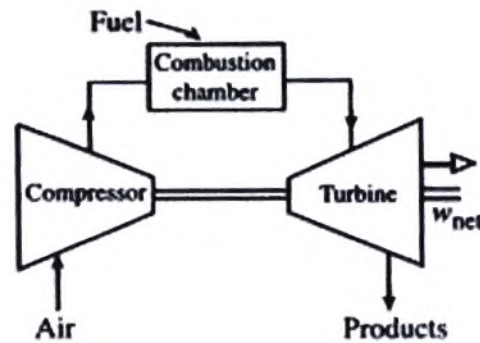
2.3.1 Berdasarkan Siklus Kerja

Berdasarkan siklus kerja Turbin gas terdiri dari :

a. Turbin Gas Siklus Terbuka (*Open Cycle Gas Turbine*)

Pada Siklus ini gas hasil pembakaran langsung di buang ke udara bebas setelah diekspansikan di dalam turbin. Instalasi ini memiliki struktur yang sederhana yaitu kompresor, ruang bakar dan turbin yang berfungsi sebagai

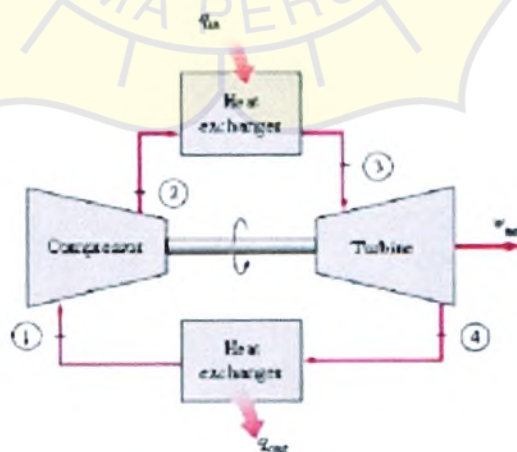
penggerak kompresor dan beban. Skema instalasi turbin gas siklus ini ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.2 Prinsip kerja sederhana Turbin Gas Siklus Terbuka

b. Turbin Gas Siklus Tertutup (*Close Cycle Gas Turbine*)

Seperti halnya pada turbin uap, turbin gas dapat pula dirancang dengan system siklus tertutup yaitu fluida kerjanya tidak berhubungan dengan atmosfer sekitarnya. Dengan demikian dapat dijaga kemurniannya. Hal ini sangat menguntungkan dari segi pencegahan kerusakan yang disebabkan oleh erosi dan korosi .



Gambar 2.3 Prinsip kerja sederhana Turbin Gas Siklus Tertutup

Pada turbin gas siklus tertutup terbagi atas dua jenis yaitu :

- Turbin gas siklus tertutup langsung (*Direct Closed cycle*)

Pada turbin gas dengan siklus tertutup langsung (Direct Closed cycle), gas pendingin dipanaskan di dalam reaktor dan berekspansi melalui turbin, didinginkan di dalam penukar kalor dan dikompresi kembali ke reaktor . Siklus ini dapat juga menggunakan gas lain yang bukan hanya udara. Tidak ada buangan gas radio aktif yang dibuang ke atmosfer dalam operasi normal. Fluida yang paling cocok untuk ini adalah helium.

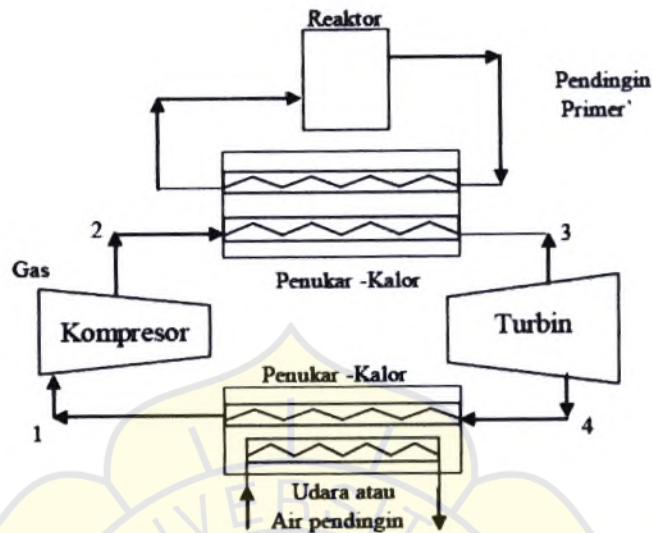


Gambar 2.4 Turbin Gas siklus tertutup langsung

- Turbin Gas siklus tertutup tak langsung (*Indirect Closed cycle*)

Turbin gas Turbin Gas siklus tertutup tak langsung merupakan gabungan antara turbin dengan siklus terbuka tak langsung dan turbin dengan siklus tertutup langsung, karena reaktornya terpisah dari fluida kerja oleh suatu penukar kalor bahan pendingin primer biasanya air atau gas helium.

Hal ini sangat menguntungkan dari segi pencegahan kerusakan yang disebabkan oleh erosi dan korosi.



Gambar 2.5 Turbin Gas siklus tertutup tak langsung

c. Siklus Kombinasi (*Combined Cycle*)

Siklus kombinasi pada umumnya adalah usaha untuk mendapatkan gas buang dengan cara menambahkan beberapa alat sehingga energi yang seharusnya terbuang dapat dimanfaatkan lagi untuk suatu proses tertentu yang pada akhirnya proses tersebut akan meningkatkan efisiensi system. Turbin gas dengan siklus ini akan bermanfaat jika dijalankan dengan *base load* (beban dasar atau utama) dan secara kontinyu.

2.2.2 Berdasarkan Konstruksi

Berdasarkan Konstruksi Turbin gas terdiri dari:

a. Turbin gas Poros Tunggal

Turbin gas mempunyai kompresor, turbin dan beban pada satu poros yang berputar pada kecepatan tetap. Konfigurasi ini digunakan untuk menggerakkan generator kecil dan generator besar untuk utilitas

b. Turbin gas Poros Ganda

Turbin ini digunakan untuk menahan beban dan torsi yang bervariasi dimana poros pertama turbin dikopel langsung dengan poros aksial. Pada jenis ini turbin terdiri dari dua buah yaitu turbin tekanan tinggi dan turbin tekanan rendah. Turbin dengan tekanan tinggi berfungsi menggerakkan kompresor dan mensuplai gas panas untuk turbin bertekanan rendah. Turbin berporos ganda ini juga digunakan untuk sentral listrik dan industri. Turbin ini direncanakan beroperasi pada putaran yang berbeda tanpa menggunakan reduction gear .

2.2.3 Berdasarkan Aliran Fluida

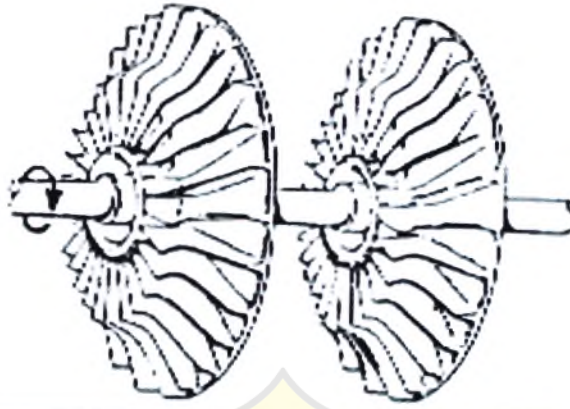
Berdasarkan Aliran Fluida turbin gas terdiri dari :

a. Turbin Aliran Axial

Turbin aliran axial adalah turbin dengan arah aliran fluida diperoleh pada arah sejajar dengan sumbu poros turbin. Turbin aksial umumnya sering digunakan untuk kapasitas dan daya besar karena mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan turbin jenis radial antara lain:

- Efisiensinya lebih baik
- Perbandingan tekanan (r_p) dapat dibuat lebih tinggi

- Konstruksinya lebih ringan serta tidak membutuhkan ruangan yang besar



Gambar 2.6 Turbin Aliran Axial

b. Turbin Aliran Radial

Turbin aliran radial adalah turbin dengan arah aliran fluida diperoleh pada tegak lurus dengan sumbu poros turbin. Pada turbin radial, ekspansi fluida dari tekanan awal ke tekanan akhir terjadi di dalam laluan semua baris sudu-sudu yang berputar.

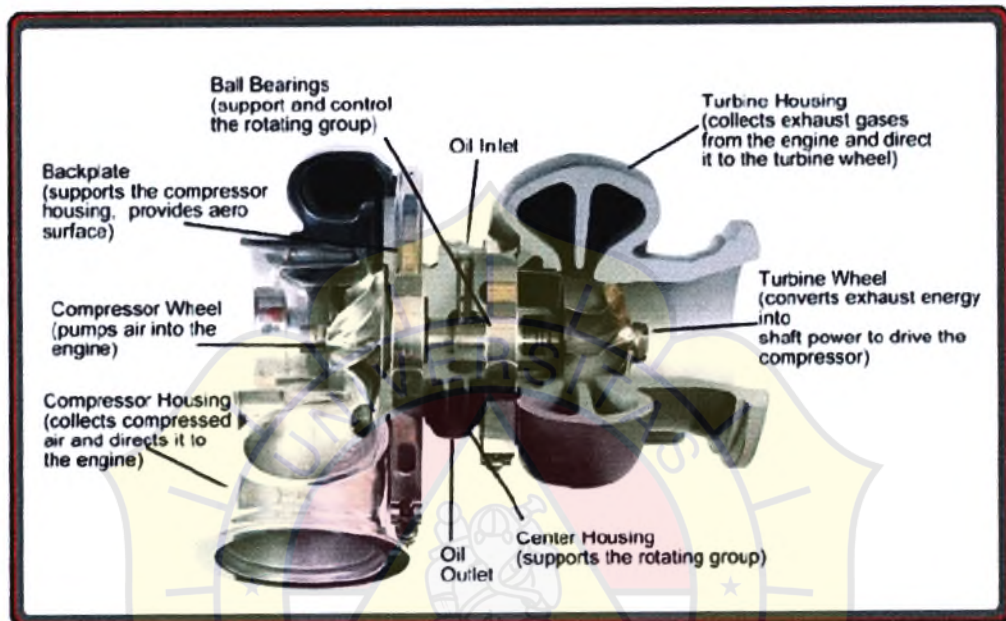


Gambar 2.7 Turbin Aliran Radial

2.3 Komponen Utama Turbin Gas

Komponen Pada alat praktikum Turbin gas dengan menggunakan turbo charger adalah

2.3.1 Turbo Charger

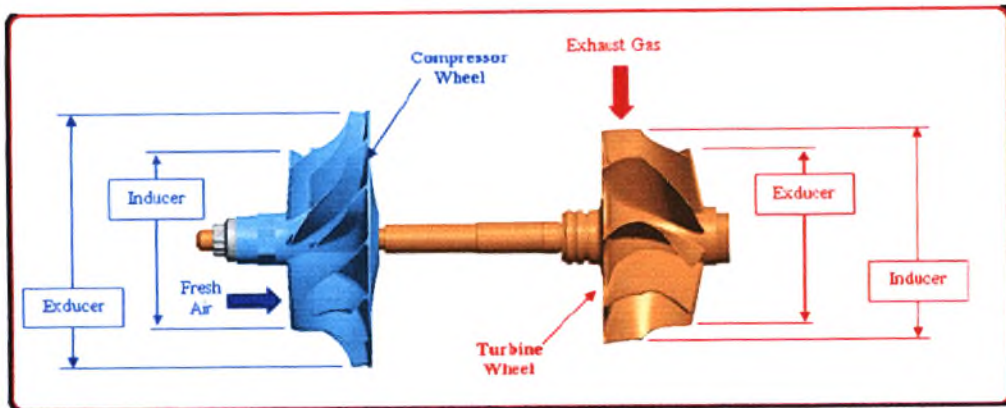


Anatomy Of a Turbocharger

Gambar 2.8 Struktur Turbo Charger

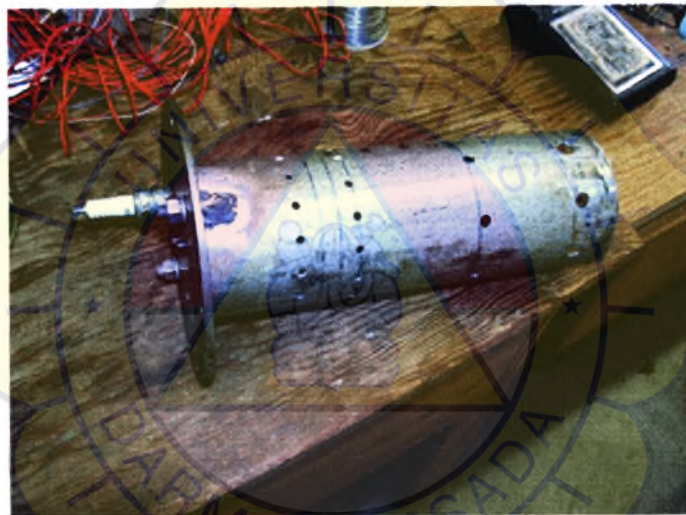
Turbo Charger Berfungsi untuk :

- Menghisap udara luar dan selanjutnya dikompresikan untuk mendapatkan tekanan yang lebih besar
- Merubah energi kinetic yang tersimpan pada gas hasil pembakaran menjadi energi mekanik



Gambar 2.9 Part dari Turbo charger

2.3.2 Ruang Bakar



Gambar 2.10 Flame Tube

Adalah tempat pembakaran bahan bakar agar diperoleh fluida kerja berupa gas hasil pembakaran yang akan digunakan untuk menggerakkan turbin. Bahan bakar terbakar akibat bercampur dengan udara kompresi serta dengan bantuan percikan nyala api dari busi

Sistem pembakaran ini terdiri dari komponen-komponen berikut yang jumlahnya bervariasi tergantung besar flame dan penggunaan turbin gas. komponen-komponen penting pada ruang bakar adalah :

1. Flame tube

Flame tube adalah Tempat Terjadinya pembakaran bahan bakar dengan udara .

Dalam menentukan Flame tube maka yang harus menjadi pertimbangan adalah

a. Dimensi Flametube

Untuk menentukan dimensi flametube :

$$D_{ft} = D_{ki}.3 \quad (2.1)$$

$$L_{ft} = D_{ki}.6 \quad (2.2)$$

b. Ukuran lubang pada Flametube

Untuk menentukan Luas Lubang pada flame tube :

$$A_{ph} = I_a \times 30\% \quad (2.3)$$

$$A_{sh} = I_a \times 20\% \quad (2.4)$$

$$A_{th} = I_a \times 50\% \quad (2.5)$$

c. Menentukan Jumlah lubang pada Flametube

Untuk menentukan Jumlah lubang pada flametube :

- Jumlah lubang primary :

$$= \frac{A_{ph}}{A_{phn}} \quad (2.6)$$

- Jumlah Lubang secondary :

$$= \frac{A_{sh}}{A_{shn}} \quad (2.7)$$

- Jumlah Lubang tertiary

$$= \frac{A_{th}}{A_{thn}} \quad (2.8)$$

2. Combustion Chamber

Combustion Chamber adalah tempat dimana masuknya udara yang dihisap oleh turbin pada *turbocharger* (turbin kompresor) Dalam menentukan *Combustion Chamber* maka yang harus menjadi pertimbangan adalah :

a. Dimensi Combustion Chamber

Untuk menentukan dimensi flametube :

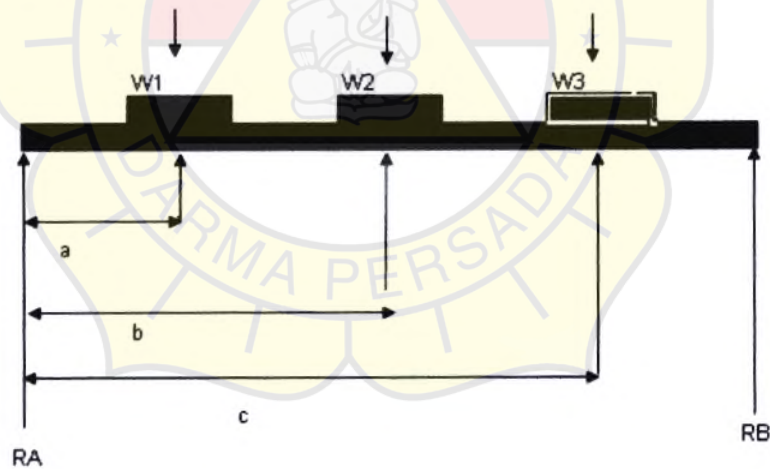
$$D_c = D_{ft} + 1" \text{ sampai } 1,5" \quad (2.9)$$

$$L_c = L_{ft} \quad (2.10)$$

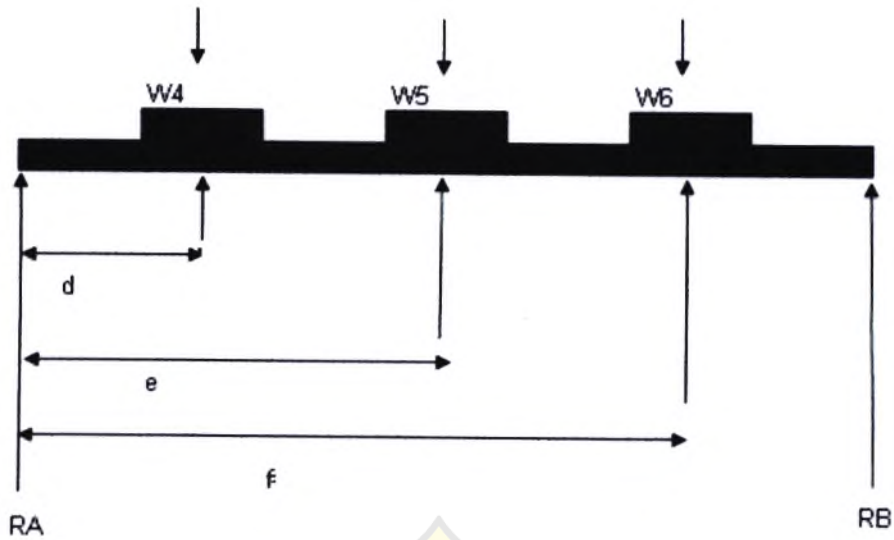
2.4 Analisa Rangka

Dalam merancang alat praktikum turbin gas ini penulis memerlukan rangka dalam pembuatan alat praktikum turbin gas ini. Analisa Rangka meliputi :

1. Momen dan arah gaya



Gambar 2.11 Arah Gaya Lantai dasar



Gambar 2.12 Arah Gaya lantai dua

$$RB_1 \times t = W_1.a + W_2.b + W_3.c$$

$$RB_2 \times t = W_4.d + W_5.e + W_6.f$$

$$RB = \frac{W_1.a + W_2.b + W_n.n + dst}{t} \quad (2.11)$$

$$RA + RB = W_1 + W_2 + W_3 + W_n$$

$$RA = (W_1 + W_2 + W_3 + W_n) - RB \quad (2.12)$$

2. Tegangan

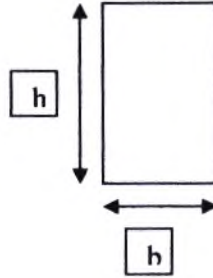
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Sehingga apabila kerangka memiliki penampang maka setiap penampang memiliki beban sebesar

$$\frac{\sigma}{n} \quad (2.13)$$

3. Defleksi Lendutan

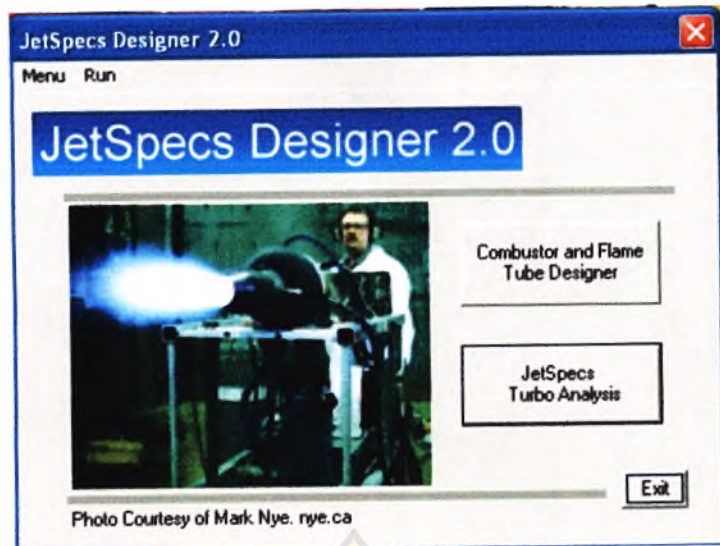
$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (2.14)$$



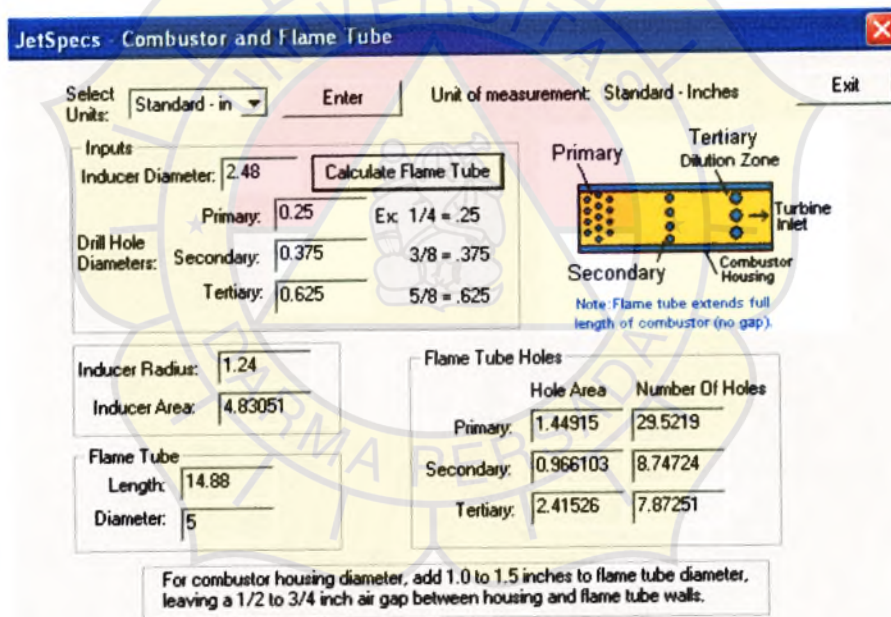
$$y_{\max} = \frac{Wa}{9\sqrt{3}E.II} x(l^2 - a^2)^{3/2} \quad (2.15)$$

2.5 Pengertian CAD/CAM

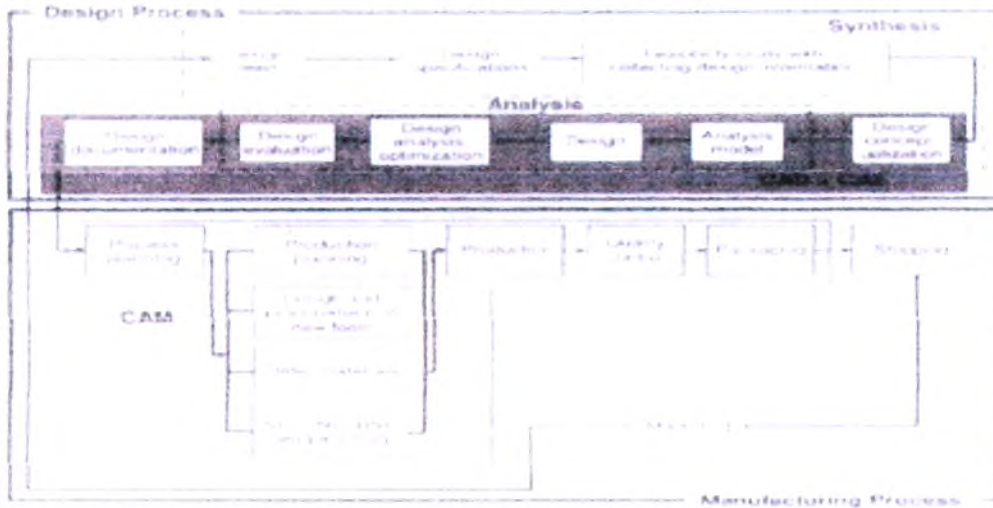
CAD (*Computer Aided Design*) Rancangan berbantuan computer secara umum diartikan sebagai perangkat lunak yang dapat mengartikan dan memodelkan komponen mekanik secara geometri, permukaan dan pejal (*solid*) keluarannya adalah bentuk CAD, sedangkan CAM (*Computer Aided Manufactur*) produksi berbantuan computer padaproses pemesinan (*machining*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat lintasan pahat dan program NC (*Numerial Controlled*) kendali numerik berdasarkan bentuk CAD keluarannya adalah model lintasan pahat dan pada proses manufaktur lainnya (non machining) berguna dalam penanganan tempa (*forging*). Pembentukan (*forming*) dan lain sebagainya serta dalam proses perakitan (*assembling*), berikut ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.14 Tampilan Depan Software Jetspecs Designer



Gambar 2.15 Kalkulasi Software Jetspecs Designer dalam ruang bakar



Gambar 2.13 CAD - CAM dalam desain dan manufaktur

2.6 Integrasi CAD/CAM

Integrasi CAD/CAM sampai saat ini dapat diartikan suatu system CAD dan CAM yang dikemas dalam satu jenis perangkat lunak seperti *CATIA*.

Adapun tujuan dari integrasi CAD?CAM adalah

1. Integrasi Data

Dimana kemampuan untuk pertukaran bentuk komponen, jenis data dan keberadaan tempat data memberi kemudahan dalam menghubungkan (associativity) dan memelihara bentuk sejarah serta bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan perbaikan model.

2. Integrasi antar-muka

Kesamaan grafik antar muka dari dua atau lebih modul perangkat lunak yang berbeda: modul desain dan modul perancangan pemrosesan (proses manufaktur) dapat mengurangi pemahaman pembacaan grafik (*learning*

curve) untuk pemakai dari dua modul yang berbeda, dalam hal ini kemudahan pemakaian

3. Integrasi Aplikasi

Kemampuan untuk menjalankan dua fungsi modul yang berbeda (fungsi desain dan fungsi manufaktur) dalam satu program (*CATIA*) sehingga terdapat kemudahan pemakaian

2.6.1 Perangkat Lunak CATIA

CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) adalah sebuah perangkat lunak berbasis multi-platform CAD/CAM/CAE. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh sebuah perusahaan di Prancis bernama Dassault Systemes dan dipasarkan luas oleh IBM. Dimana perangkat ini telah mengintegrasikan fungsi CAD/CAM/CAE dalam satu program

2.7 Jetspecs Designer

Jetspecs designer digunakan oleh banyak orang untuk merancang Turbin gas dengan menggunakan software *Jetspecs designer*. Fitur yang ada di software ini membantu penulis untuk menentukan dalam pembuatan Ruang bakar (*Flame Tube* dan *Combuster chamber*).