



1. TATA LETAK PLTG

Komponen utama PLTG terdiri atas beberapa peralatan yang satu dengan lainnya terintegrasi sehingga menjadi satu unit lengkap yang dapat dioperasikan sebagaimana mestinya.

Komponen PLTG diantaranya adalah :

- Kompresor Utama.
- Combustion Chamber.
- Turbin Gas.
- Load Gear.
- Generator dan Exciter.
- Alat bantu.
- Kontrol, Instrumentasi dan Pengaman.
- Peralatan Listrik.
- Dan lain-lainnya.

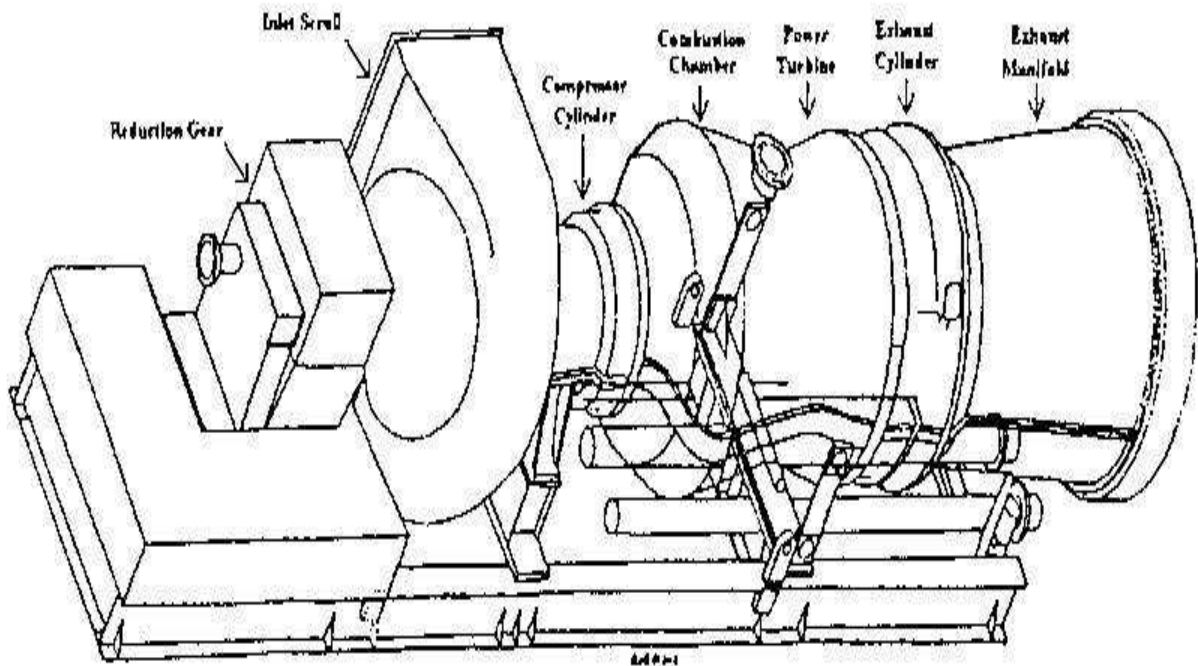
Tata letak komponen utama PLTG dapat bervariasi antara satu unit dengan unit lainnya. Contoh tata letak PLTG seperti pada gambar 1.1.

• Prinsip Operasi PLTG.

Turbin gas suatu PLTG berfungsi untuk mengubah energi yang terkandung didalam bahan bakar menjadi energi mekanis. Fluida kerja untuk memutar Turbin Gas adalah gas panas yang diperoleh dari proses pembakaran. Proses pembakaran memerlukan tiga unsur utama yaitu : Bahan Bakar , Udara dan Panas. Dalam proses pembakaran ini bahan bakar disupply oleh pompa bahan bakar (Fuel Oil Pump) Apabila digunakan bahan bakar minyak, atau oleh kompresor gas apabila menggunakan bahan bakar gas alam. Pada umumnya kompresor gas disediakan oleh pemasok gas tersebut. Udara untuk pembakaran diperoleh dari kompresor utama, sedangkan panas untuk awal pembakaran dihasilkan oleh ignitor (busi). Proses pembakarannya dilaksanakan di dalam Combustion Chamber (Ruang Pembakaran). Energi mekanis yang dihasilkan oleh Turbin Gas digunakan untuk memutar generator listrik, sehingga diperoleh energi listrik. Tentu saja untuk dapat berjalannya operasi PLTG dengan baik perlu dilengkapi dengan alat-alat bantu, kontrol, instrumentasi, proteksi dan sebagainya.



CW251B11 COMBUSTION TURBINE



Gambar 1.1 : Tata Letak PLTG



2. KOMPRESOR UTAMA.

2.1. Fungsi Kompresor Utama.

Kompresor Utama adalah kompresor aksial yang berguna untuk memasok udara bertekanan ke dalam Ruang Bakar yang sesuai dengan kebutuhan. Kapasitas kompresor harus cukup besar karena pasokan udara lebih (excess air) untuk Turbin Gas dapat mencapai 350%. Disamping untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, udara lebih ini digunakan untuk pendingin dan menurunkan suhu gas hasil pembakaran.

2.2. Bagian-bagian Utama.

- **Inlet Filter**

Fungsi Inlet Filter adalah untuk menyaring udara yang akan masuk ke dalam Kompresor Utama. Kotoran tidak boleh terbawa ke dalam kompresor maupun Turbin Gas karena dapat mengakibatkan pengotoran dan erosi pada komponen yang dilalui udara atau gas panas yang pada akhirnya dapat mengurangi umur pakai (life time) serta menurunkan efisiensi. Inlet Filter dapat berupa filter berputar yang berganti secara otomatis apabila sudah kotor (Roll – O – Matic Filter) maupun filter yang dapat membersihkan diri sendiri secara otomatis (Self Cleaning Filter, Pulse Filter) Penggantian filter yang berputar atau pembersihan secara otomatis terjadi apabila differential pressure (beda tekanan udara) sewaktu melalui filter telah mencapai harga tertentu, misalnya 3 inch H²O. Pengotoran filter yang berakibat turunnya tekanan udara disisi masuk kompresor mengakibatkan juga turunnya tekanan dan besar aliran udara disisi keluar kompresor sehingga output maksimum Turbin Gas menurun.

- **Inlet Silencer**

Inlet Silencer dipasang diantara Inlet Filter dengan sisi hisap kompresor. Fungsi dari Inlet Silencer adalah sebagai peredam suara yang sangat bising ketika udara mengalir masuk ke dalam kompresor.

- **Casing.**

Casing merupakan "pembungkus" kompresor, dibuat dari baja Cor Carbon rendah. Untuk memudahkan pembuatan, pemasangan serta pembongkarannya, Casing Kompresor terdiri dari beberapa segmen pada bidang bagi horisontal maupun vertikal. Pada bidang bagi horisontal terdiri atas upper casing (casing atas) dan lower casing (casing bawah), sedangkan pada bidang vertikal casing tersebut dapat terbagi dalam tiga segmen seperti pada Gambar 2.1.

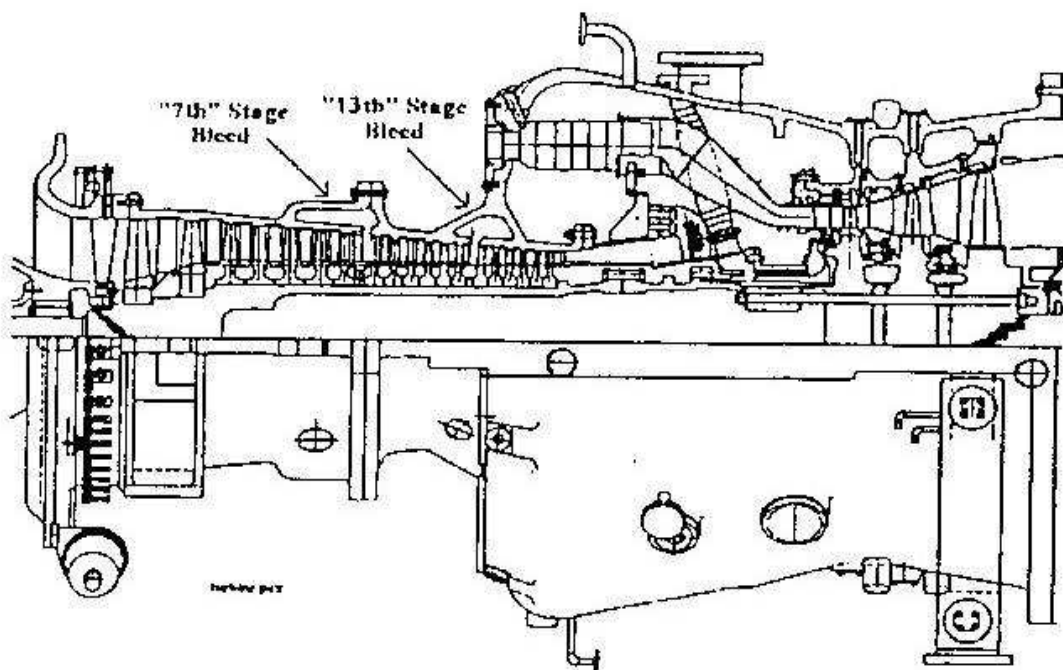
Inlet Casing terbuat dari plat baja dibentuk sedemikian rupa sehingga :

- Aliran udara masuk ke dalam kompresor dengan halus tanpa terjadi turbulensi.
- Berfungsi sebagai rumah bearing
- Berfungsi sebagai rumah Inlet Guide Vanes.

Pada gambar 2.1. terlihat ada dua saluran udara bleeding yang mengeluarkan udara dari dalam kompresor sebelum mencapai ujung akhir. Udara bleeding ini digunakan untuk cooling dan untuk mengurangi getaran saat start-up dan shut down.

- **Inlet Guide Vanes (IGV)**

Pada kompresor berkapasitas besar, disisi udara masuk kompresor, yaitu pada Inlet Casing dipasang Variable IGV, sedangkan pada kompresor berukuran kecil umumnya dipasang Fixed Guide Vanes. Variable IGV berfungsi untuk mengatur volume udara yang dikompresikan sesuai dengan kebutuhan atau beban turbin. Pada saat Start-up, IGV juga berfungsi untuk mengurangi surge. Pada saat Stop dan selama start-up, IGV tertutup (pada unit tertentu, posisi IGV $34-38^{\circ}$), kemudian secara bertahap membuka seiring dengan meningkatnya beban turbin. Pada beban turbin tertentu, IGV terbuka penuh ($83-92^{\circ}$). Selama stop normal IGV perlahan-lahan ditutup bersamaan dengan turunnya beban, sedangkan pada stop emergency, IGV tertutup bersamaan dengan tertutupnya katup bahan bakar.



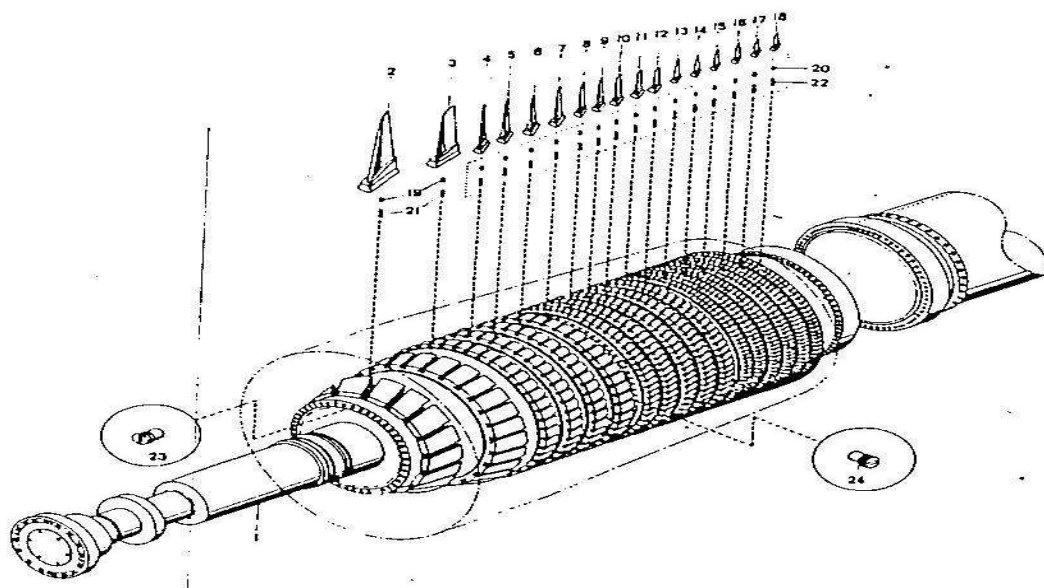
Gambar 2.1 : Kompresor Utama

- **Rotor dan Moving Blades**

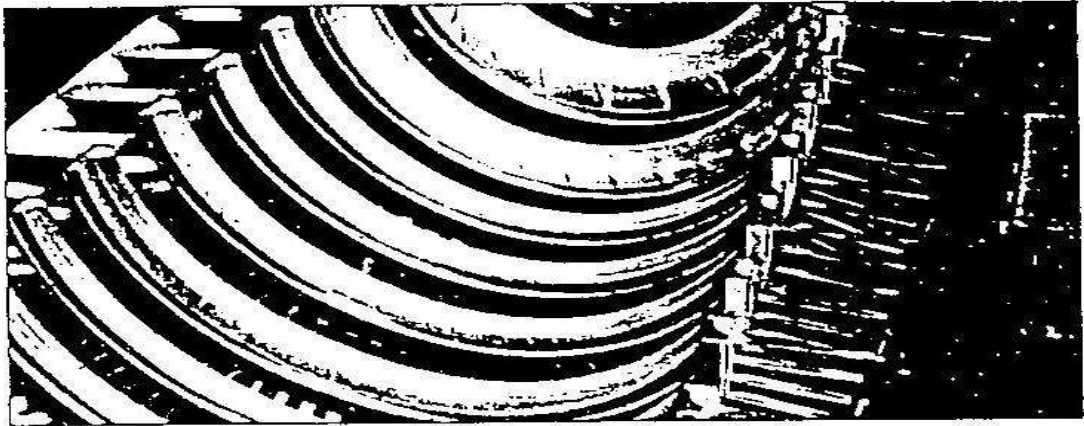
Pada rotor kompresor dipasang moving blades yang jumlah tingkatnya dapat mencapai 19 tingkat atau lebih. Lihat Gambar 2.2. Pemasangan moving blades terhadap rotor dengan menggunakan konstruksi dovetail (sambungan gerigi) dan dipasak agar tetap berada pada posisinya. Jumlah tingkat yang banyak akan menghasilkan tekanan udara yang tinggi (dapat mencapai 14 bar atau lebih). Udara didalam kompresor mengalir kearah aksial melewati moving blades dan fixed blades. Pada moving blades terjadi perubahan energi mekanik menjadi energi kinetik. Celah yang dilalui udara semakin ke arah belakang semakin menyempit sehingga tekanan udara semakin membesar. Perubahan kecepatan udara menjadi tekanan dapat dilihat pada diagram Gambar 2.7 dan Gambar 2.8.

- **Fixed Blades (Diaphragms, diaphragma)**

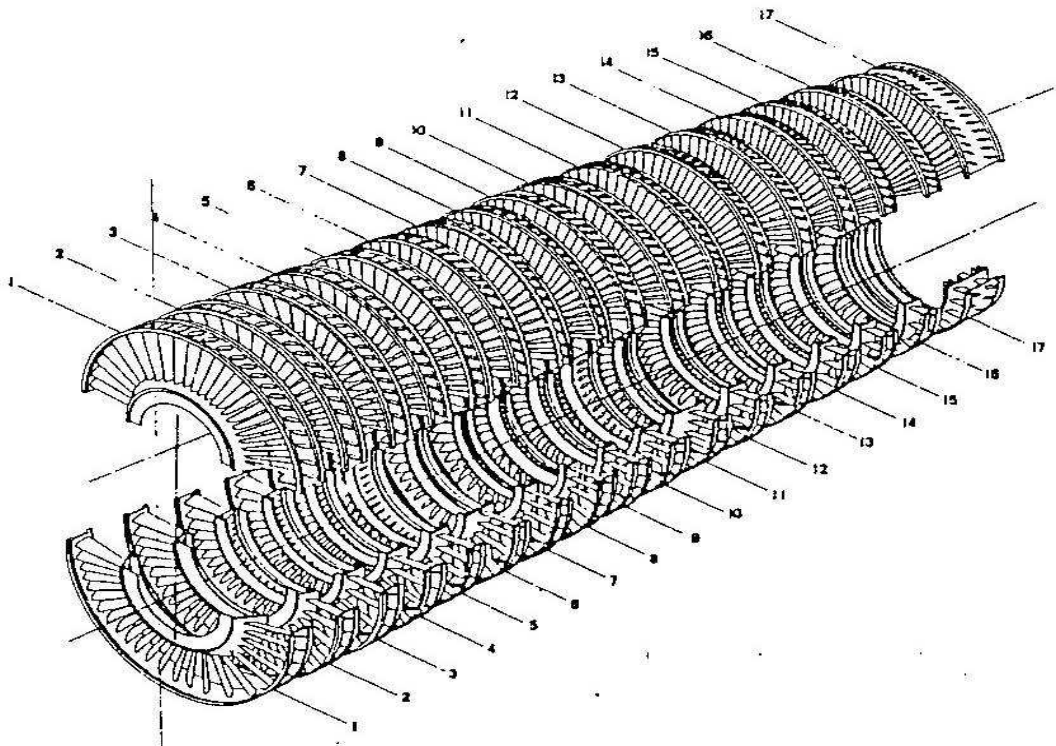
Fixed Blades adalah komponen dari kompresor yang mengubah energi kinetik menjadi energi potensial. Jumlah tingkat fixed blades sesuai dengan tingkat moving blades. Fixed blades pada satu tingkat dirangkai menjadi dua bagian diaphragma yang dipasang diantara inner dan outer shroudring. Selanjutnya diaphragm dibubut dan dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat dipasang pada alur yang tersedia pada casing. Gambar 2.3 memperlihatkan diaphragma untuk kompresor bertingkat 17.



Gambar 2.2: Rotor dan Moving Blades Kompresor.



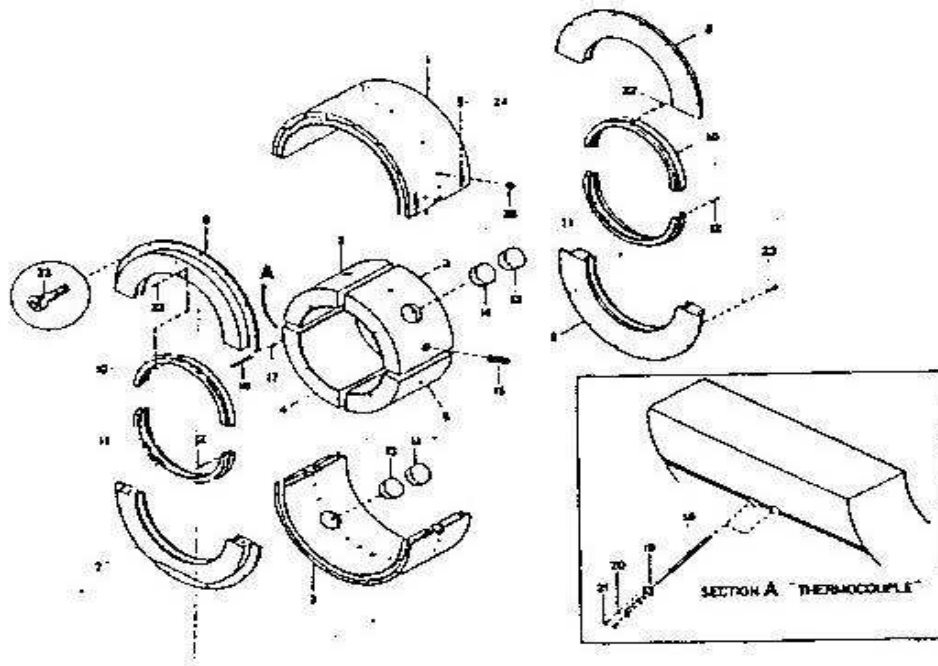
Compressor stator ring



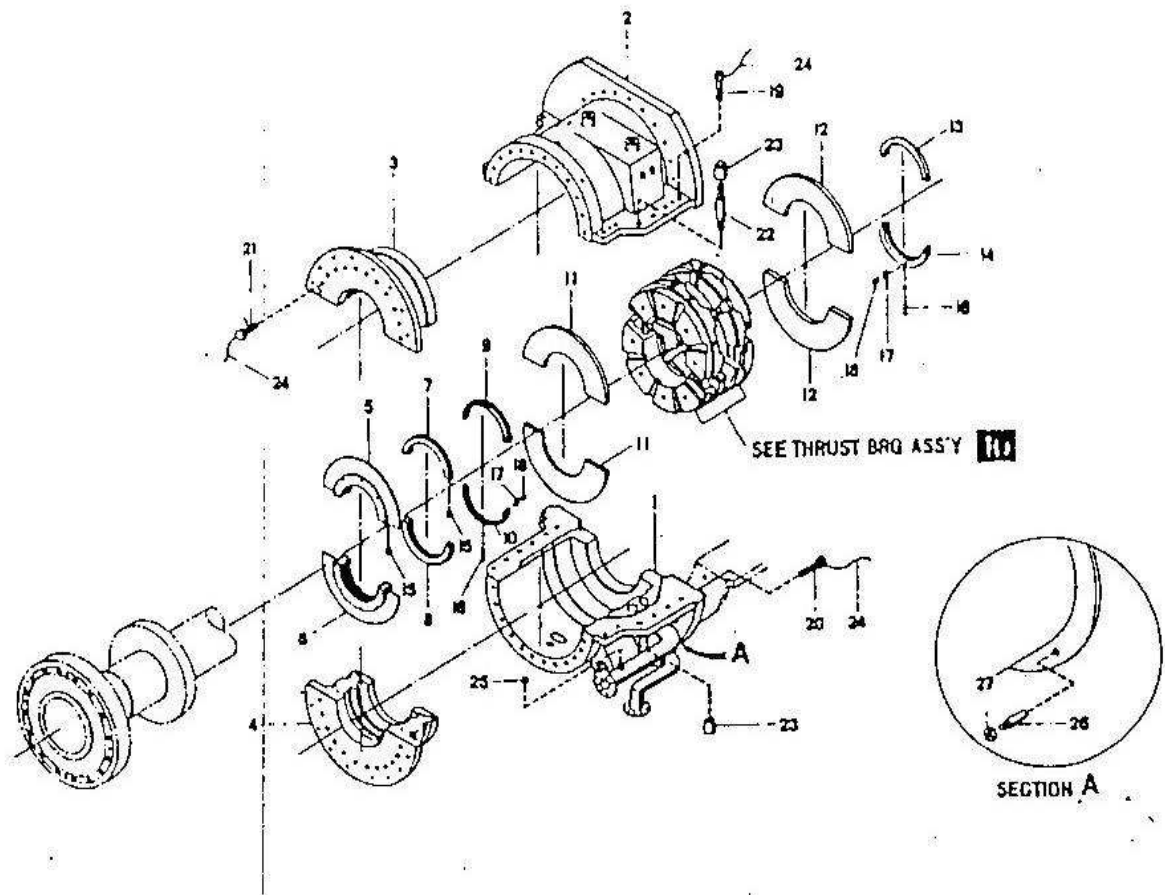
Gambar 2.3: Diaphragms Kompresor Bertingkat 17.

- **Bearing**

Rotor kompresor dan rotor turbin ditopang oleh dua Journal Bearing dan satu Thrust Bearing. Satu journal bearing berada diujung kompresor, di dekat sisi udara masuk. Journal bearing yang kedua berada diujung poros turbin disisi Exhaust flue gas. Type journal bearing adalah Split-Shell, tilting pad type. Bearing diberi pelumas sistem tekan dan untuk memonitor temperatur bearing maka pada bearing dipasang detektor temperatur berupa RTD. Contoh journal bearing seperti pada Gambar 2.4. Untuk menghindari pergeseran rotor kearah aksial, berdekatan dengan journal bearing kompresor dipasang Thrust Bearing (bearing aksial) seperti pada Gambar 2.5. Thrust bearing ini dari jenis tilting pad dengan diameter sisi aktif (depan) sekitar 19 inch dan diameter sisi tidak aktif (belakang) sekitar 14 inch. Shoes yang terdapat pada thrust bearing akan bersinggungan dengan collar berupa piring yang menjadi satu bagian dengan poros. Untuk mencegah agar supaya minyak pelumas tidak bocor keluar melalui celah diantara bearing housing dengan poros, maka pada celah tersebut dipasang labyrinth seal dan diberi udara perapat (sealing air).



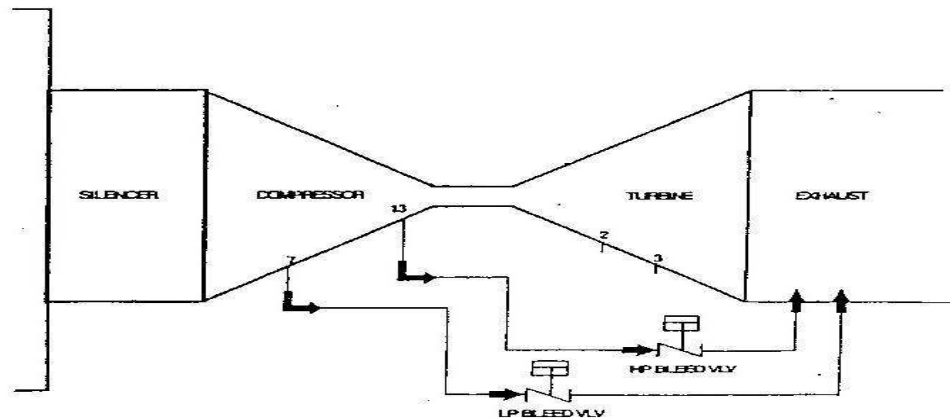
Gambar 2.4: Journal Bearing



Gambar 2.5: Thrust Bearing

- **Bleed Valve, Stall dan surge**

Stall adalah terhentinya aliran udara secara tiba-tiba di dalam kompresor aksial. Pada waktu start-up, dimana putaran kompresor masih rendah, atau saat shut down dimana putaran kompresor sedang berkurang, disisi discharge kompresor atau tingkat yang lebih tinggi tekanan udaranya masih rendah atau sudah mulai rendah, sehingga aliran udara dari arah depan kearah belakang akan memiliki kecepatan yang sangat tinggi, sedangkan celah laluannya makin kebelakang makin sempit sehingga akan menghambat aliran udara tersebut. Pada tahap pertama, hambatan aliran udara ini mengakibatkan terjadinya Stall (aliran terhenti) dan selanjutnya menyebabkan surge (hentakan gelombang udara). Surge dapat menyebabkan patahnya blades. Untuk menghindari terjadinya Stall dan surge, dapat dilakukan dengan mengurangi besarnya aliran udara yang masuk ke dalam kompresor yaitu dengan cara menutup IGV, dan atau membuang sebagian udara dari tingkat tertentu agar tidak menuju sisi discharge kompresor. Pembuangan udara ini dilakukan melalui Bleed Valve. Setiap kompresor aksial bertekanan tinggi memiliki satu atau dua Bleed Valve seperti contoh pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Saluran Bleeding

- **Saluran Udara Pendingin**

Guna mendapatkan supply udara pendingin untuk mendinginkan blades, sebagian udara dari kompresor tingkat tertentu disadap melalui pipa bleeding. Contoh pada Gambar 2.1, bleeding dilakukan dari tingkat 7 dan tingkat 13.

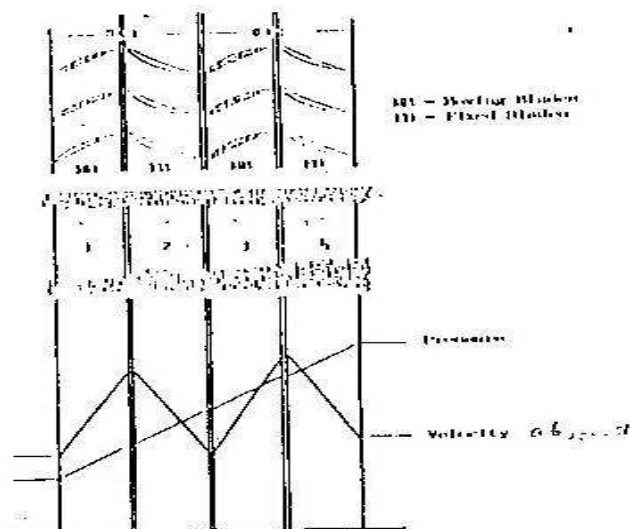
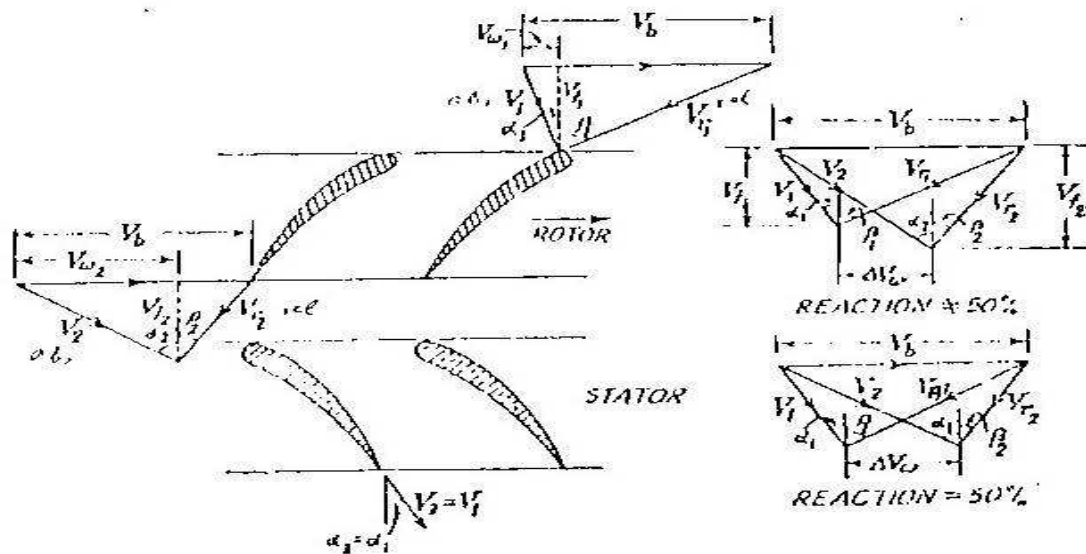
- **Prinsip Kerja Kompresor Utama.**

Kompresor Utama adalah Kompresor Aksial. Prinsip kerja serta perubahan energi yang terjadi didalam kompresor aksial adalah kebalikan dari prinsip kerja dan perubahan energi pada turbin reaksi. Kompresor aksial memiliki pasangan diffusing blades, sedangkan turbin reaksi memiliki pasangan expanding blades, karena pada turbin reaksi diinginkan diperolehnya kerja (work) dengan mengeksipansikan suatu fluida, sedangkan pada kompresor aksial diberikan kerja (work) untuk menghasilkan tekanan. Gambar 2.7 memperlihatkan diagram kecepatan udara dan blades pada kompresor aksial. Celah diantara moving blades disisi udara keluar lebih besar daripada disisi masuknya sehingga mengurangi kecepatan relatif udara ($V_{r2} < V_{r1}$) dan tekanan udara menjadi naik. Akan tetapi kecepatan udara absolut disisi keluar lebih besar dari sisi masuknya ($V_2 > V_1$) karena terhadap rotor diberikan kerja. Kecepatan absolut udara keluar fixed blades akan berkurang dan disini energi kinetik diubah menjadi energi potensial atau tekanan. Pada desain kompresor aksial dikenal istilah "Derajat Reaksi" atau "Degree of Reaction".



$$\text{Derajat Reaksi} = \frac{\text{Peningkatan enthalpy pada fixed blades}}{\text{Peningkatan enthalpy di satu tingkat}}$$

Desain yang paling populer, derajat reaksi = 50%.



Gambar 2.7: Diagram Kecepatan Udara di dalam Kompresor Aksial.

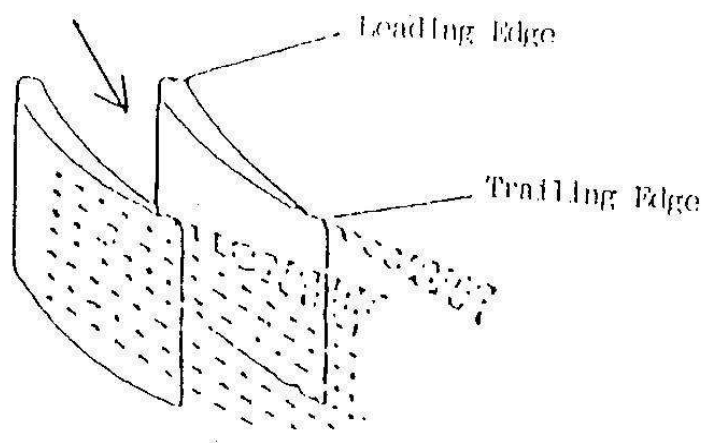
- **Kerugian-kerugian di dalam Kompresor.**

Ada tiga kerugian utama yang terjadi di dalam kompresor aksial yaitu :

- Kerugian karena bentuk blades
- Kerugian karena gesekan
- Kerugian karena kelonggaran

Kerugian karena bentuk blades diakibatkan oleh ketebalan blades disisi discharge blades yang bersangkutan (trailing edge). Udara yang keluar dari celah blades akan membentuk pusaran yang berarti mengurangi kecepatan udara atau mengurangi energi kinetiknya. Kerugian karena gesekan diakibatkan oleh terjadinya gesekan antara udara dengan dinding blades, kerugian ini akan bertambah besar apabila dinding blades kasar. Kekasaran dinding blades dapat diakibatkan oleh pembuatannya, erosi maupun akibat menempalnya kotoran.

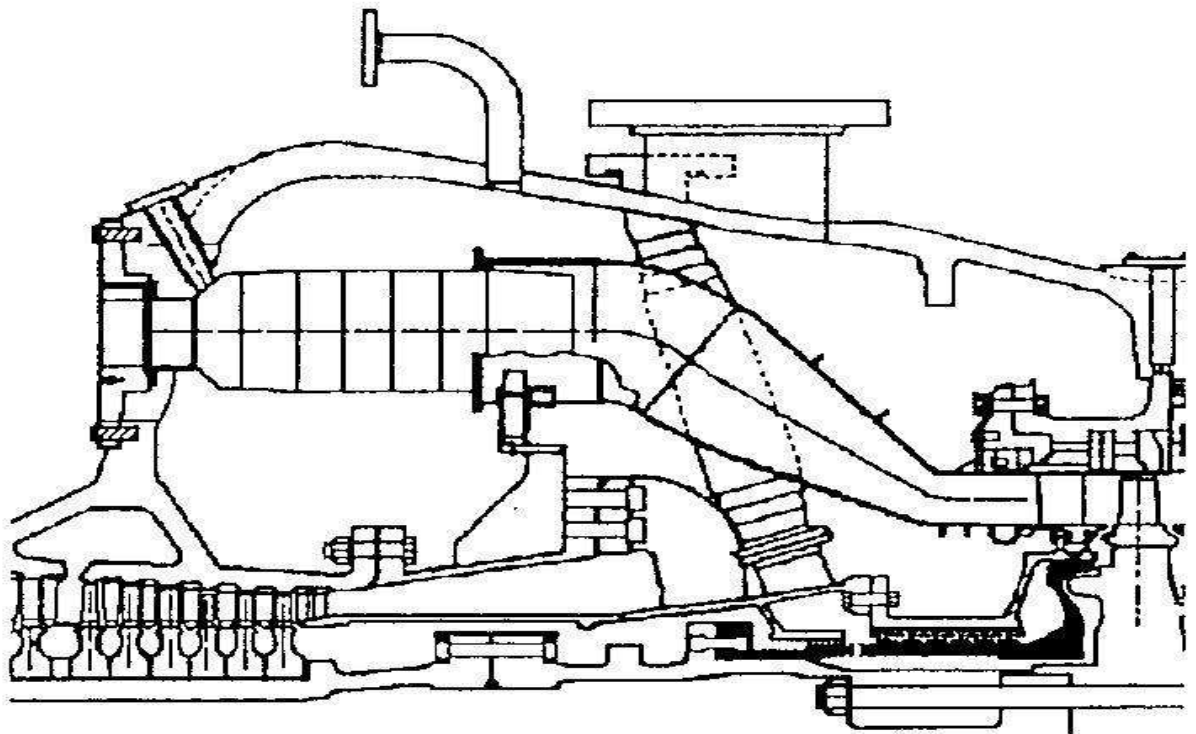
Kelonggaran antara ujung moving blades dengan casing dan antara ujung diaphragma dengan rotor harus ada agar tidak terjadi gesekan antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam. Akan tetapi kelonggaran ini mengakibatkan lolosnya sebagian udara melaluinya. Untuk mencegah agar kebocorannya tidak terlalu banyak maka pada celah kelonggaran ini dipasang seal labirin.



Gambar 2.8 : Kerugian pada Trailing Edge.

3. COMBUSTION CHAMBER

Combustion Chamber adalah ruangan tempat proses terjadinya pembakaran. Ada Turbin Gas yang memiliki satu atau dua Combustion Chamber yang letaknya terpisah dari casing turbin, akan tetapi yang lebih banyak dijumpai adalah memiliki Combustion Chamber dengan beberapa buah Combustor Basket, mengelilingi sisi masuk (inlet) turbin. Contohnya PLTG di PLTGU Gresik memiliki satu Combustion Chamber berisi 18 buah Combustor Basket, sedangkan PLTG Bali memiliki satu Combustion Chamber berisi 8 buah Combustor Basket yang terpasang jadi satu dengan casing turbin seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Combustion Chamber

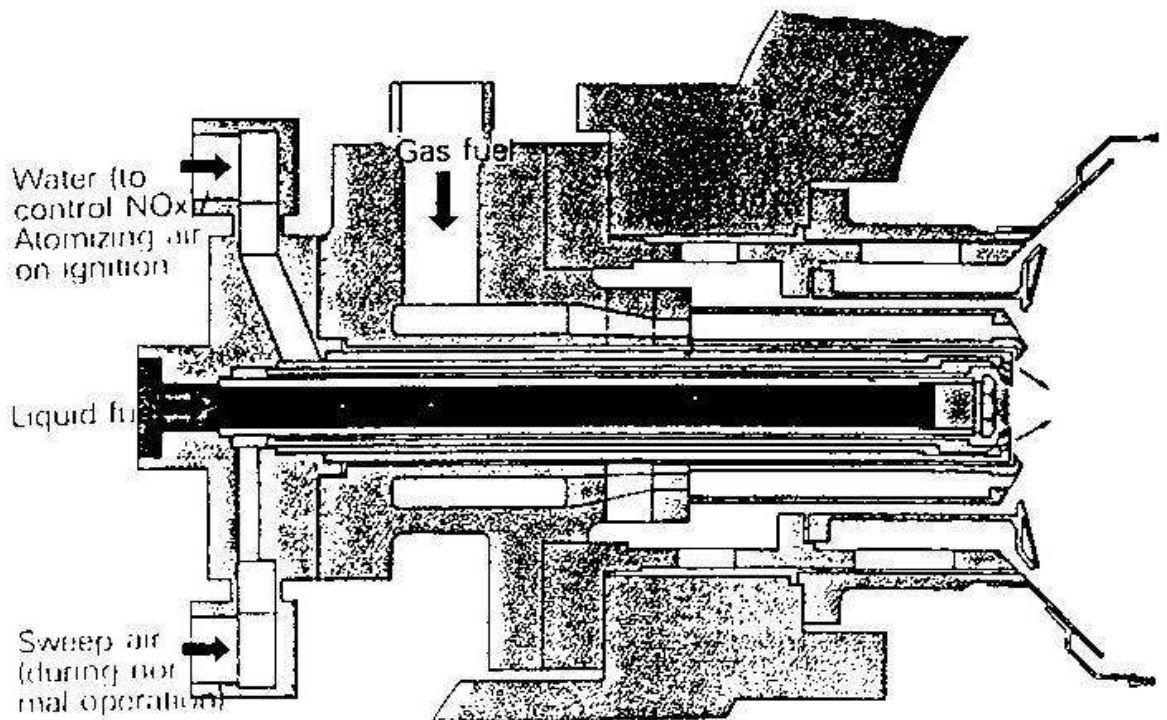
Didalam Combustion Chamber dipasang komponen-komponen untuk proses pembakaran beserta sarana penunjangnya, diantaranya :

- Fuel Nozzle.
- Combustion Liner (Combustor Basket).
- Transition Piece.
- Ignitor.
- Flame Detector.

3.1. Fuel Nozzle.

Bahan bakar baik berupa bahan bakar minyak maupun gas akan disemprotkan kedalam Combustor Basket melalui Fuel Nozzle. Dengan adanya Fuel Nozzle bahan bakar dapat dikabutkan dengan baik sehingga pembakaran lebih cepat dan sempurna. Ada dua tipe Fuel Nozzle yang digunakan untuk Turbin Gas yaitu Single Fuel Nozzle dan Dual Fuel Nozzle. Single Fuel Nozzle diperuntukan untuk satu jenis bahan bakar saja (misalnya minyak saja atau gas saja), sedangkan dual fuel Nozzle digunakan untuk dua jenis bahan bakar (minyak dan gas).

Fuel Nozzle dapat dilepas dengan mudah saat Turbin Gas tidak beroperasi :
Contoh sebuah Dual Fuel Nozzle seperti pada Gambar 3.2. Pada Dual Fuel Nozzle tersebut terdapat saluran bahan bakar gas, saluran bahan bakar minyak, saluran udara atomizing dan saluran udara sweeping. Pada umumnya Dual Fuel Nozzle tidak digunakan untuk dua jenis bahan bakar secara serentak, akan tetapi penggunaan bahan bakarnya bergantian.

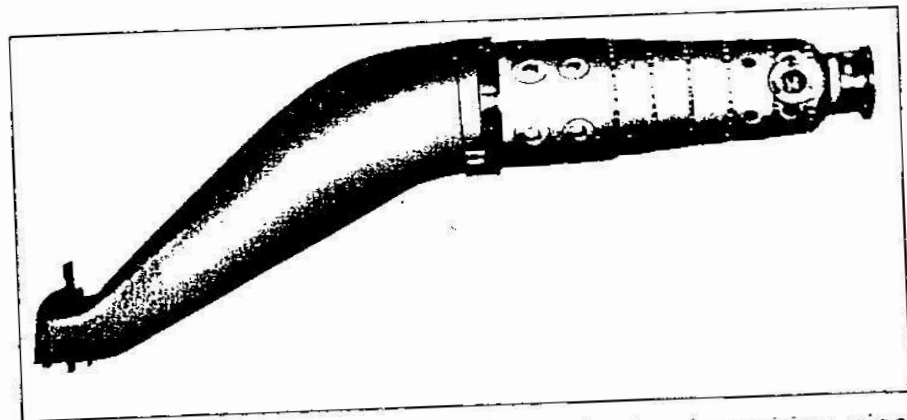
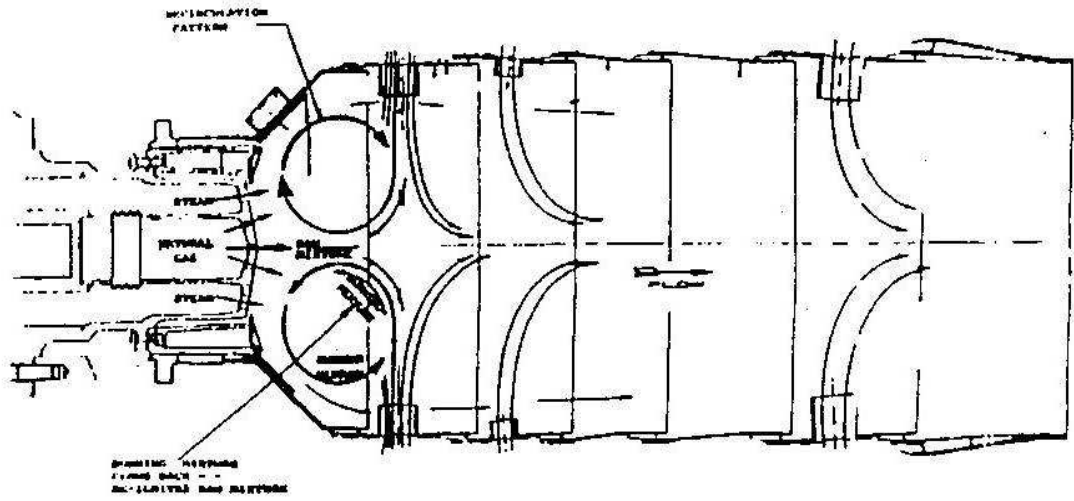


Gambar 3.2: Dual Fuel Nozzle Assembly.



3.2. Combustor Liner (Combustor Basket).

Gambar 3.3 memperlihatkan satu buah Combustor Liner dan pasangan 8 buah Combustor Liner. Pembakaran bahan bakar yang mensupply energi untuk turbin dilakukan di dalam Combustor Basket. Pada Gambar 3.3, delapan buah Combustor Liner dipasang mengelilingi rotor kompresor/pada turbin inlet. Setiap Combustor terdiri dari sebuah Combustor Liner tipe annular (Cylindrical), disambungkan pada Transition Piece menggunakan Cylindrical Spring agar dapat tersambung dengan baik. Combustor Liner ini terdiri dari segmen-segmen yang disambungkan menjadi satu. Di setiap sambungan segmen terdapat celah udara yang berfungsi untuk mendinginkan Combustor Basket. Juga terdapat beberapa lubang udara yang bertujuan untuk membuat aliran udara di dalam Combustor Basket menjadi turbulen sehingga terjadi pencampuran bahan bakar dengan udara yang baik dan mengakibatkan pembakaran sempurna, serta memberikan udara pembakaran primer dan sekunder. Lubang yang paling atas (atau paling kiri pada Gambar 3.3) adalah lubang udara primer. Lubang-lubang lainnya untuk udara sekunder. Udara sekunder selain diperlukan untuk memperoleh pembakaran yang sempurna juga diperlukan agar temperatur gas hasil pembakaran tidak terlalu tinggi karena akan merusak material. Gas panas hasil pembakaran dapat mencapai temperatur 1900°C , sedangkan gas panas yang sudah dicampur udara sekunder temperaturnya turun menjadi sekitar 1100°C . Kelebihan udara yang dipasok oleh kompresor dapat mencapai 350% lebih banyak dari kebutuhan udara minimum untuk keperluan pendinginan. Sambungan lain yang tersedia pada Combustor Basket adalah sambungan untuk Cross Fire Tubes diperlukan untuk mengirimkan panas pembakaran dari satu Combustor Liner yang memiliki Ignitor ke Combustor Liner lainnya yang tidak memiliki Ignitor. Pada posisi paling ujung tersedia lubang untuk memasang Fuel Nozzle berdekatan dengan lubang untuk Ignitor.



Combustor basket/transition piece

Gambar 3.3: Combustor Liner

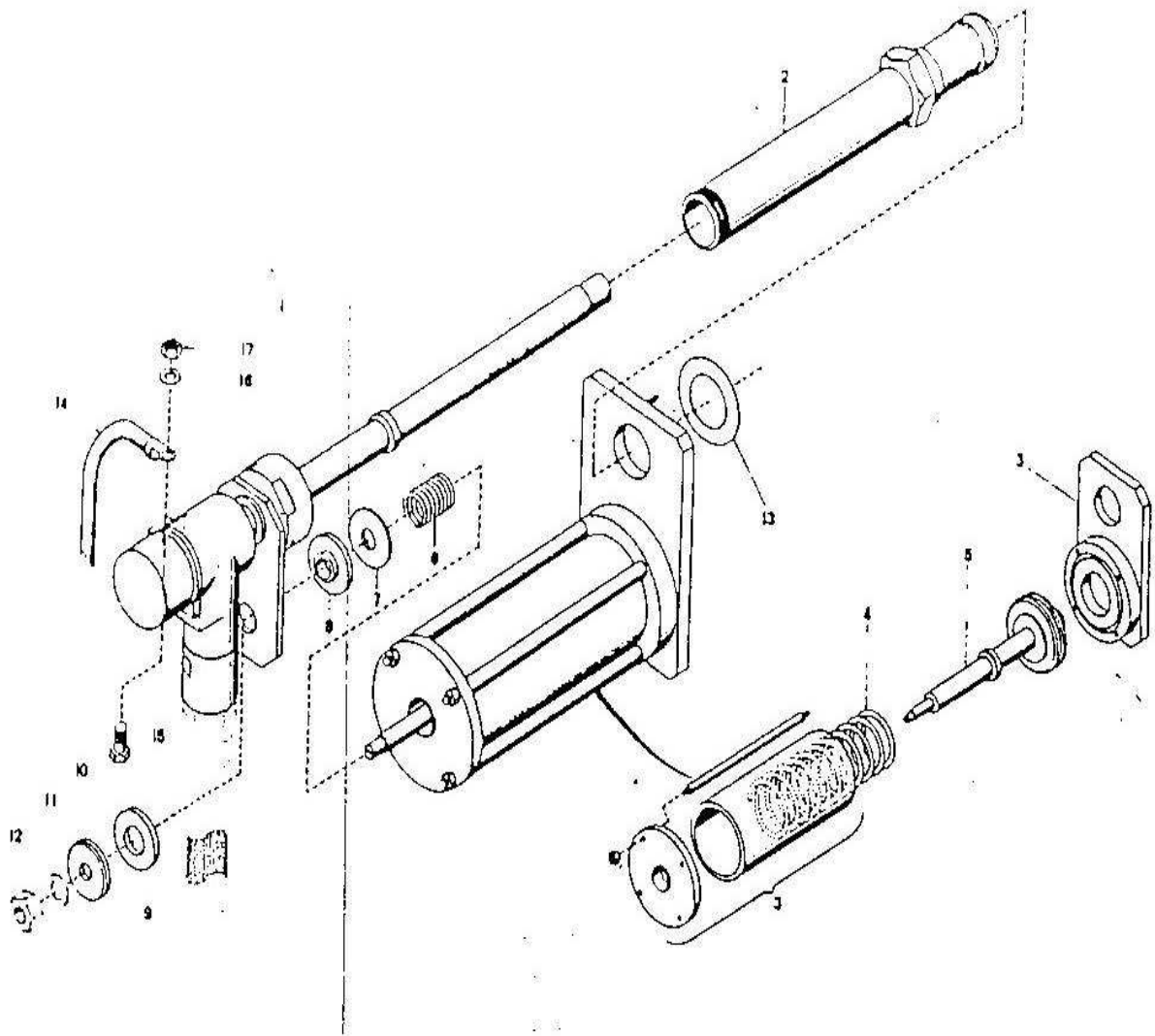


3.3. Transition Piece.

Transition Piece adalah saluran gas panas yang menghubungkan Combuster Liner dengan Turbin Blades. Combuster Liner dan Transition Piece dibuat dari bahan tahan temperatur tinggi misalnya paduan baja chrom nikel.

3.4. Ignitor

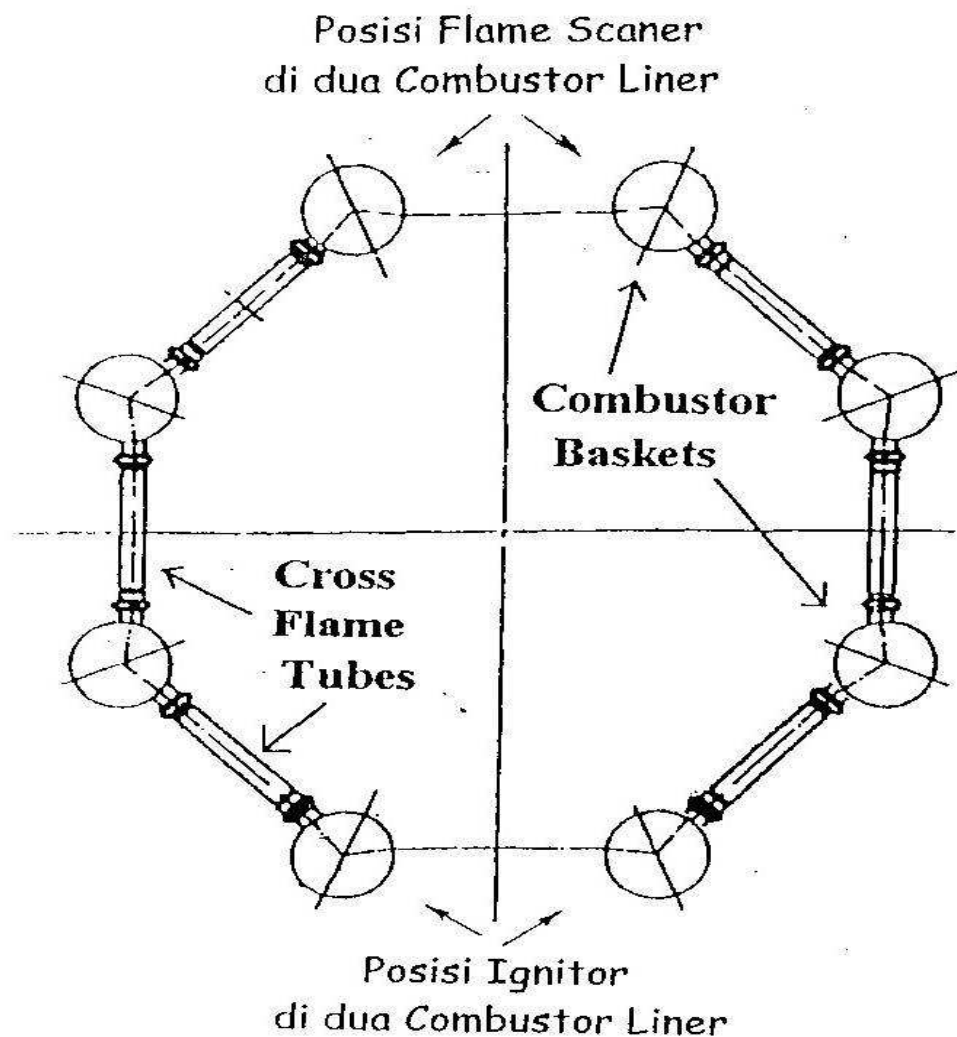
Penyalan pertama dari campuran bahan bakar dengan udara di dalam Combustor Basket diawali oleh percikan bunga api dari ignitor, yang dipasang didekat Fuel Nozzle. Untuk Combustor Basket yang dipasang melingkar seperti pada Gambar 3.3. Tidak semua Combustor Basket memiliki Ignitor. Pada gambar tersebut hanya dua Combustor Liner yang memiliki Ignitor. Pada saat turbin tidak beroperasi dan pada saat mulai start-up, ujung Ignitor menonjol masuk kedalam Combustor Basket karena didorong oleh Per. Saat start-up, Ignitor disupply oleh listrik bertegangan tinggi (6 KV atau lebih) selama beberapa detik saja. Dalam keadaan normal operasi, Ignitor terdorong masuk kedalam lubangnya akibat dorongan tekanan udara melawan dorongan Per, sehingga elektroda Ignitor tidak berada didalam ruang pembakaran agar tidak cepat rusak. Pada Turbin Gas yang hanya memiliki satu atau dua Combustion Chamber terpisah, disetiap Combustor Chamber terpasang beberapa Fuel Nozzle. Untuk menghindari agar penyalan pertama tidak gagal, dipasang dua tingkat Ignitor. Ignitor pertama berupa percikan bunga api listrik untuk menyalakan Ignitor kedua yang berupa Ignitor Gas menggunakan bahan bakar gas propane. Ignitor hanya bekerja beberapa detik saja.



Gambar 3.4: Ignitor

3.5.Flame Detector.

Untuk turbin gas yang memiliki banyak Combustor Liner, Flame Detector dipasang pada dua buah Combustor Basket, untuk mendeteksi nyala api pada saat start-up. Apabila dalam waktu tertentu tidak terdeteksi adanya nyala api, maka start-up akan gagal atau turbin trip. Ketidak adaan nyala api saat start-up sangat berbahaya karena dapat menyebabkan ledakan.



Gambar 3.5: Posisi Ignitor dan Flame Scanner.



4. TURBIN GAS

Turbin Gas berfungsi untuk membangkitkan energi mekanis dari sumber energi panas yang dihasilkan pada proses pembakaran. Selanjutnya energi mekanis ini akan digunakan untuk memutar generator baik melalui perantaraan Load Gear ataupun tidak, sehingga diperoleh energi listrik.

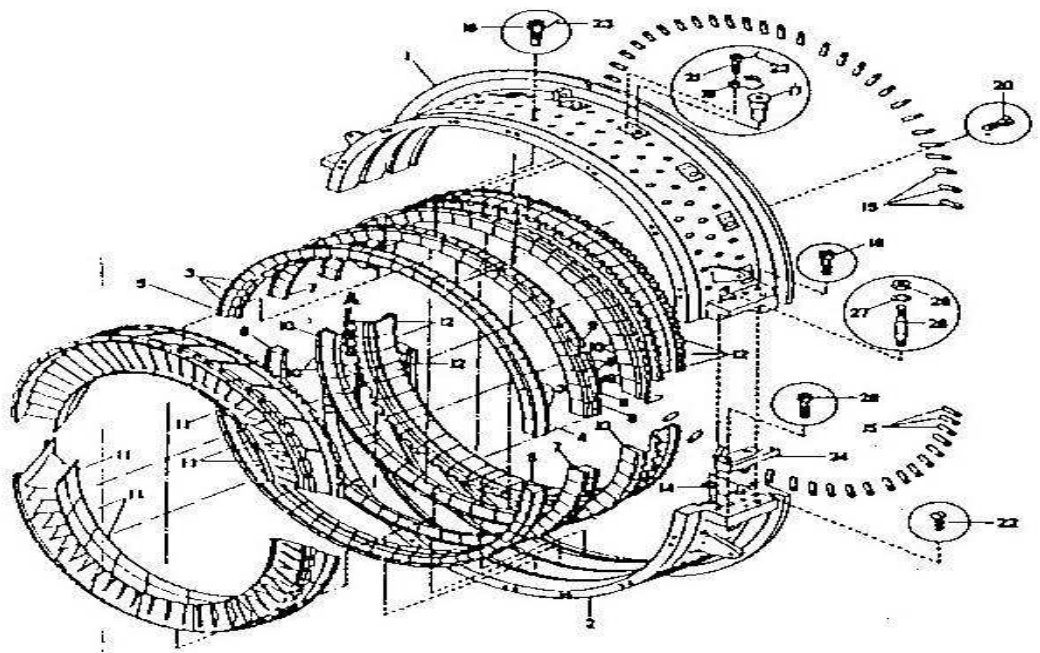
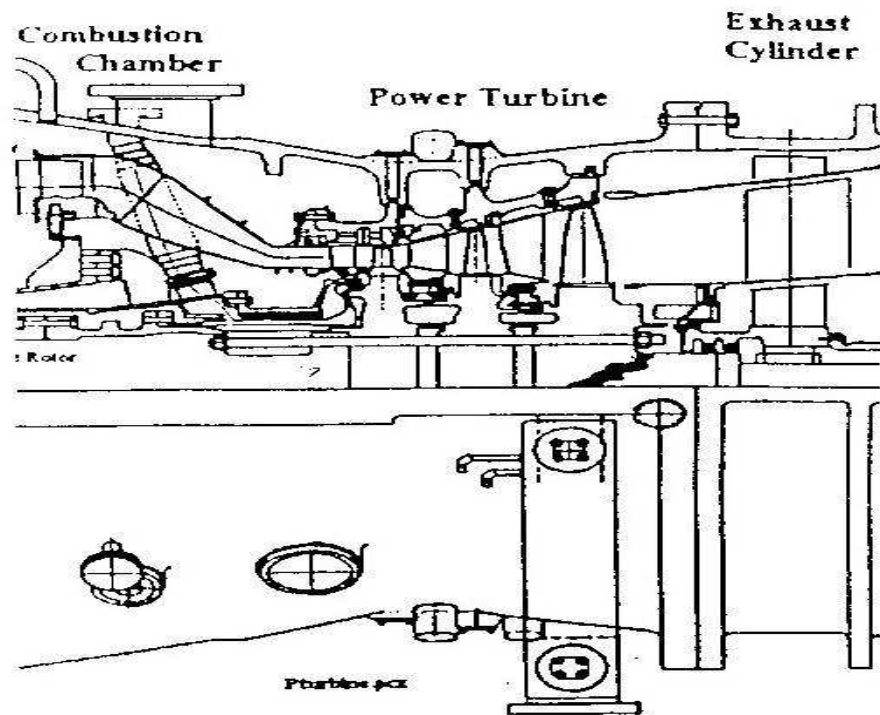
4.1. Bagian-bagian Utama

- **Sudu Tetap**

Turbine Casing atau Turbine Cylinder dapat dilepas melalui sambungan horisontal dan sambungan vertikal. Sambungan horisontal membagi casing menjadi Lower Casing (belahan bawah) dan Upper Casing (belahan atas). Upper Casing dapat diangkat pada waktu melaksanakan Overhaul. Sambungan vertikal membagi casing menjadi Turbine Cylinder (Power Turbin), Exhaust Cylinder dan Exhaust manifold lihat Gambar 4.1.

Pada casing terpasang Sudu Tetap (Fixed Blades, Stationary Vanes) dalam bentuk diaphragma (Blade Ring). Setiap diaphragma terdiri dari vane segment dan ring segment. Fixed Blades (Vanes) akan dialiri oleh gas panas hasil pembakaran yang bertemperatur sekitar 1100°C oleh karenanya perlu mendapat pendinginan. Setiap diaphragma dipasang pada alur yang tersedia pada casing, sehingga pada saat overhaul dapat dilepas. Jumlah tingkat diaphragma sesuai dengan jumlah tingkat Moving Blades yaitu antara 2 sampai 4 tingkat.

Setelah melewati bagian turbin, gas panas akan memasuki bagian exhaust cylinder. Disini temperatur dan tekanan gas sudah berkurang. Selanjutnya gas hasil pembakaran dibuang kecerobong melalui Exhaust manifold. Exhaust manifold, Exhaust acylinder, Turbin Cylinder, Combustion Chamber dan Kompresor Casing dibaut saling bersambungan menjadi satu. Antara Exhaust Manifold dengan Transition Duct atau sambungan ke cerobong dipasang Expantion joint agar Casing dapat memuai dengan bebas kearah cerobong.



Gambar 4.1: Turbin Casing dan Diaphragm

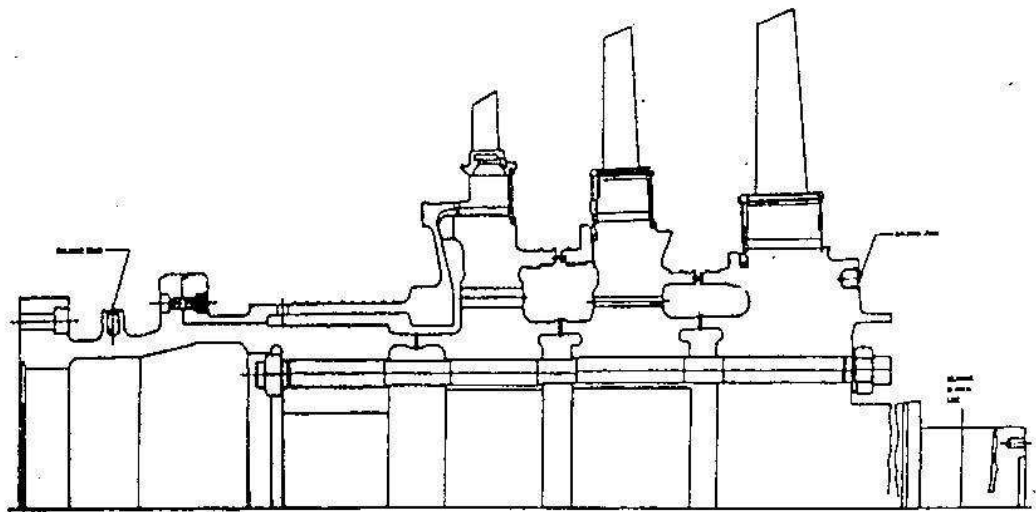
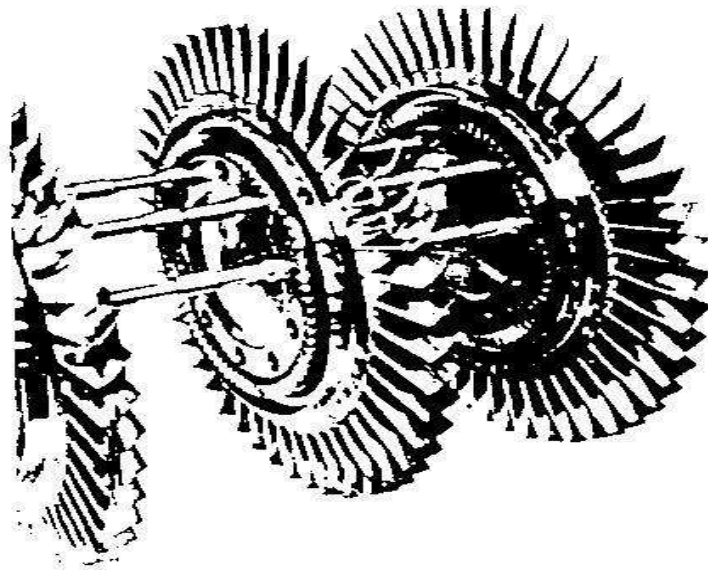


- **Sudu Jalan.**

Rotor Turbin dan rotor kompresor dibaut menjadi satu. Setelah kedua rotor ini dipasang Sudu Jalan (Moving Blades) akan terbentuklah satu unit rotor lengkap. Lihat Gambar 4.2. pada rotor turbin dipasang Moving Blades yang jumlah tingkatnya antara 2 sampai dengan 4. spindle turbin terdiri dari Torque Tubes dan beberapa buah disc (jumlah disc sama dengan jumlah tingkat blades) Torque Tubes beserta disc dibaut menjadi satu. Torque Tube berupa cylinder berfungsi untuk menyambungkan rotor turbin terhadap rotor kompresor. Disc terbuat dari baja paduan. Satu disc terhadap disc lainnya dihubungkan dengan Curvic Coupling (sambungan bergerigi). Moving Blades dipasang pada disc membentuk satu lingkaran penuh. Blades tingkat pertama dan tingkat kedua umumnya dibuat dari baja paduan tahan panas yang dicor, sedangkan blades tingkat selanjutnya dibuat dari baja paduan tahan panas yang ditempa. Kaki blades dan alur tempat pemasangannya berbentuk gerigi, dikenal dengan istilah Christmast Tree Roots. Semua blades dapat dilepas dari disc tanpa harus melepas blades lainnya. Cukup dengan mengangkat Upper Casing, tanpa mengangkat rotor, blades dapat dilepas dan diganti apabila diperlukan.

- **Saluran Gas Buang.**

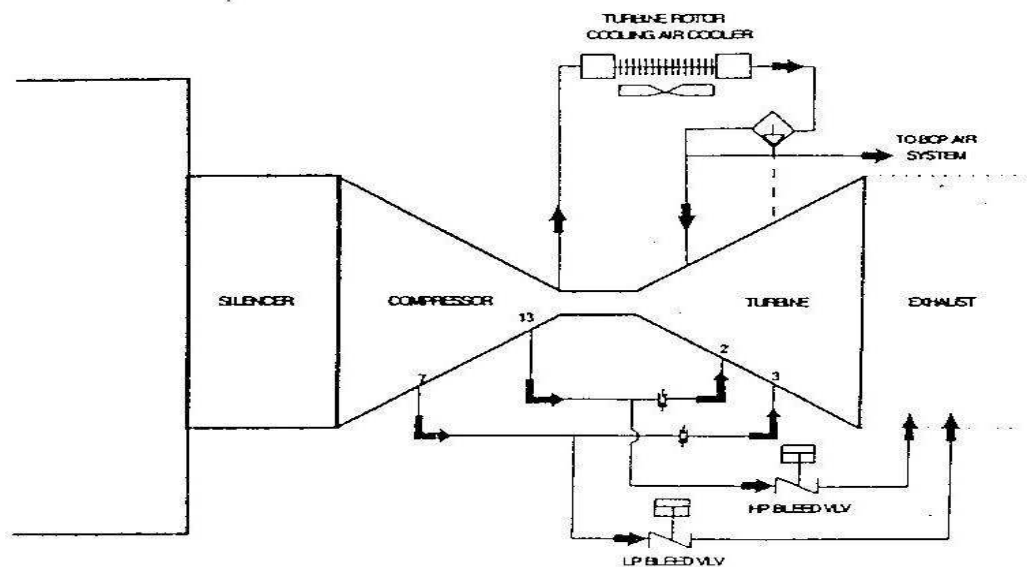
Setelah melalui turbin, gas akan melalui bagian Exhaust Cylinder. Disini temperatur dan tekanan gas sudah berkurang. Selanjutnya gas panas akan dibuang kecerobong melalui Exhaust Manifold, Exhaust Duct dan Exhaust Silencer. Exhaust Manifold, Exhaust Cylinder, Turbin Cylinder, Combustion Chamber, dan Kompresor Casing dibaut / dirangkai saling berhubungan menjadi satu. Antara Exhaust Manifold dengan Transition Duct atau sambungan ke cerobong dipasang Expansion Joint agar Casing dapat memuai dengan bebas ke arah cerobong. Untuk mengurangi kebisingan akibat gas buangan dari turbin yang keluar ke cerobong, didalam cerobong dipasang Exhaust Silencer.



Gambar 4.2: Rotor Turbin

- Saluran Udara Pendingin

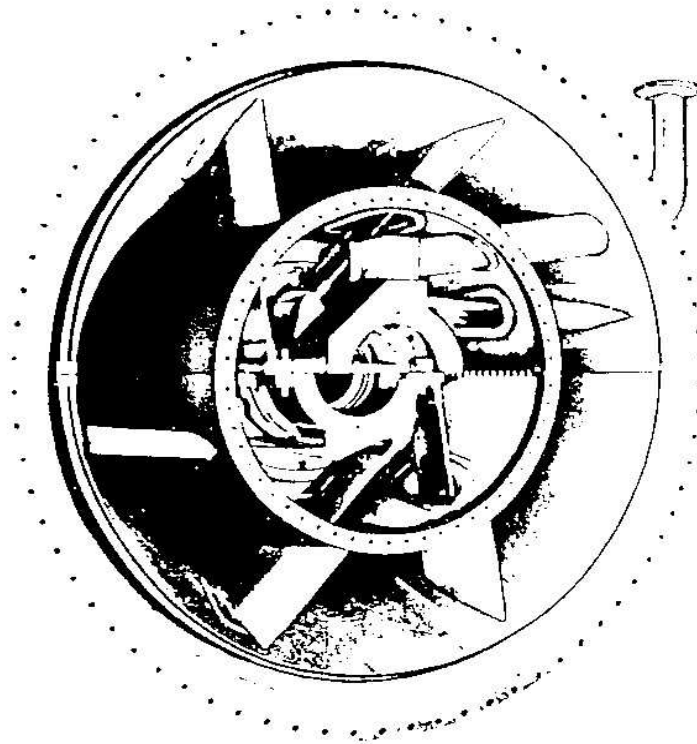
Rotor dan stator turbin (moving blades dan fixed blades) harus didinginkan untuk menghindari kerusakan karena komponen ini bekerja dengan temperatur gas yang tinggi. Udara pendingin diperoleh dari kompresor aksial. Untuk mendinginkan fixed blades tingkat pertama, udara pendingin diambil dari sisi discharge kompresor aksial dengan terlebih dahulu diturunkan temperaturnya pada Cooler. Lihat Gambar 4.3. Pendingin tingkat berikutnya diambil dari bleeding kompresor pada tingkat yang sesuai. Untuk mendinginkan rotor berikut Moving Blades, udara pendingin dari sisi discharge kompresor setelah melalui cooler, dimasukkan ke dalam rongga pada rotor. Dari dalam rongga, udara masuk ke bagian kaki Moving Blades, lalu keluar diujung dan dipermukaan blades.



Gambar 4.3: Pendinginan Turbin

- **Bantalan (Bearing).**

Rotor turbin dan rotor kompresor ditopang oleh dua Bantalan Journal (Journal Bearing) dan satu Bantalan Aksial (Thrust Bearing). Seperti yang sudah dijelaskan terdahulu, salah satu journal bearing dipasang disisi udara masuk kompresor. Satu bearing lainnya dipasang di dalam bagian Exhaust Cylinder yaitu disisi Exhaust turbin gas. Bearing housing pada turbin exhaust ditopang oleh rangka berbentuk jari-jari yang dikenal dengan nama Tangential Struts. Cara menopang seperti ini akan memberi kebebasan pada penopang untuk memuai akibat temperatur tinggi, akan tetapi tetap menjaga agar posisi bearing tidak menjadi misalignment. Lihat Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Tangential Struts pada Turbin Bearing.

- **Auxiliary Gear.**

Auxiliary Gear adalah roda gigi yang menghubungkan poros Turbin Gas terhadap Starting Device, atau terhadap peralatan bantu seperti pompa Bahan Bakar dan Pompa Minyak Pelumas.



4.2. Fungsi Dan Prinsip Kerja Turbin Gas.

Energi untuk memutar turbin gas diperoleh dari gas hasil pembakaran yang memiliki temperatur 1100°C dan tekanan sekitar 14 bar absolut. Gas panas tersebut berekspansi di dalam turbin gas sehingga mencapai tekanan disisi exhaust sebesar 1,03 bar absolut dan temperaturnya sekitar 540°C . Penurunan tekanan, temperatur berikut enthalpy gas panas akan berubah menjadi energi mekanik pada rotor turbin. Semakin tinggi temperatur gas masuk turbin akan semakin tinggi juga energi mekanis yang dihasilkannya, akan tetapi temperatur gas perlu dibatasi mengingat keterbatasan kemampuan material untuk bekerja pada temperatur tinggi. Sebagian energi mekanik ($\pm 20\%$) yang dihasilkan oleh turbin akan diberikan kepada kompresor aksial (untuk memutar kompresor). Energi yang diberikan ke kompresor ini akan dikembalikan ke turbin dalam bentuk udara bertekanan, akan tetapi jumlahnya berkurang karena adanya losses. Sebagian besar energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin diberikan kepada generator untuk membangkitkan energi listrik. Kerugian energi yang paling besar terjadi akibat terbawanya energi panas oleh gas buang kecerobong karena temperatur gas masih cukup tinggi. Oleh karenanya banyak PLTG yang dikombinasikan dengan PLTU menjadi PLTGU untuk memanfaatkan energi panas yang terbuang dari cerobong PLTGU.

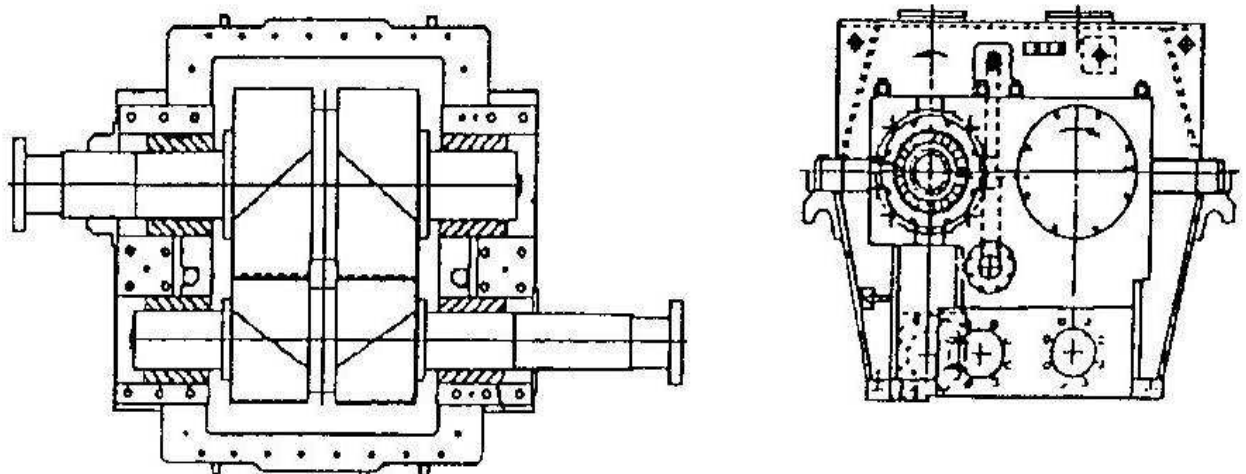
- Sudu Tetap (Fixed Blades, Stationary Vanes) tingkat pertama merupakan Nozzle yang berfungsi untuk meningkatkan kecepatan aliran gas panas hasil pembakaran, atau mengubah energi panas menjadi energi kinetik. Keluar dari Nozzle, temperatur, tekanan dan kandungan panas di dalam gas akan berkurang karena berubah menjadi energi kinetik. Energi kinetik ini digunakan untuk memutar turbin.
- Sudu Jalan (Moving Blades) berfungsi untuk mengubah energi kinetik yang dihasilkan oleh sudu tetap menjadi energi mekanik.

5. LOAD GEAR

Load Gear atau Main Gear adalah roda gigi penurun kecepatan putaran yang dipasang diantara poros Turbin Compresor dengan poros Generator. Jaringan listrik di Indonesia, memiliki frekwensi 50 Hz, sehingga putaran tertinggi Generator adalah 3000 RPM, sedangkan putaran turbin ada yang 4800 RPM atau lebih. Contoh Load Gear yang digunakan untuk Turbin Gas Westinghouse Model 251 B 11 memiliki perbandingan kecepatan putaran 1,809 : 1 dimana putaran turbin 5427 RPM sedangkan putaran Generator 3000 RPM. Tentu saja untuk turbin gas yang memiliki kecepatan putaran 3000 RPM tidak perlu dilengkapi dengan Load Gear (Mitsubishi Model MW 701).

Contoh Load Gear seperti pada Gambar 5.1.

Gear housing dibuat dari plat baja dilas terdiri atas lower casing dan upper casing yang dibuat menjadi satu. Untuk menghilangkan gaya aksial, bentuk giginya dipilih miring dengan arah berlawanan. Poros roda gigi ditopang masing-masing oleh dua journal bearing. Minyak pelumas untuk melumasai roda gigi ini umumnya diambil dari sistem minyak pelumas turbin sehingga tidak memerlukan pompa khusus.



Gambar 5.1: Load Gear.



6. ALAT BANTU.

6.1. Starting Device.

Pada saat mulai Start-up, belum tersedia udara untuk pembakaran. Udara pembakaran disupply oleh kompresor aksial, sedangkan kompresor aksial harus diputar oleh turbin yang pada saat start-up belum menghasilkan tenaga bahkan belum berputar. Oleh karenanya, pada saat start-up perlu ada tenaga penggerak lain yang dapat diperoleh dari :

- Motor-Generator
- Motor listrik
- Mesin Diesel

Tenaga penggerak tersebut dinamakan Starting Device, diaktifkan sampai Kompresor menghasilkan udara secukupnya untuk memulai melakukan proses pembakaran di dalam Combustion Chamber. Contohnya pada suatu Turbin Gas, Starting Device tersebut diaktifkan sampai putaran Kompresor mencapai 64% full speed.

- **Motor – Generator sebagai Starting Device**

Starting Device ini memanfaatkan Generator yang ada. Dengan teknik tertentu, Generator tersebut dialih fungsikan menjadi motor listrik. Karena poros Generator terkopel pada poros Turbin-Kompresor, maka tenaga yang dihasilkannya langsung dapat memutar turbin kompresor. Kelemahan dari Starting Device ini adalah tidak dapat Black-Start, yaitu tidak dapat distart-up apabila tidak tersedia tenaga listrik yang cukup pada jaringan listrik.

- **Motor Listrik Sebagai Starting Device**

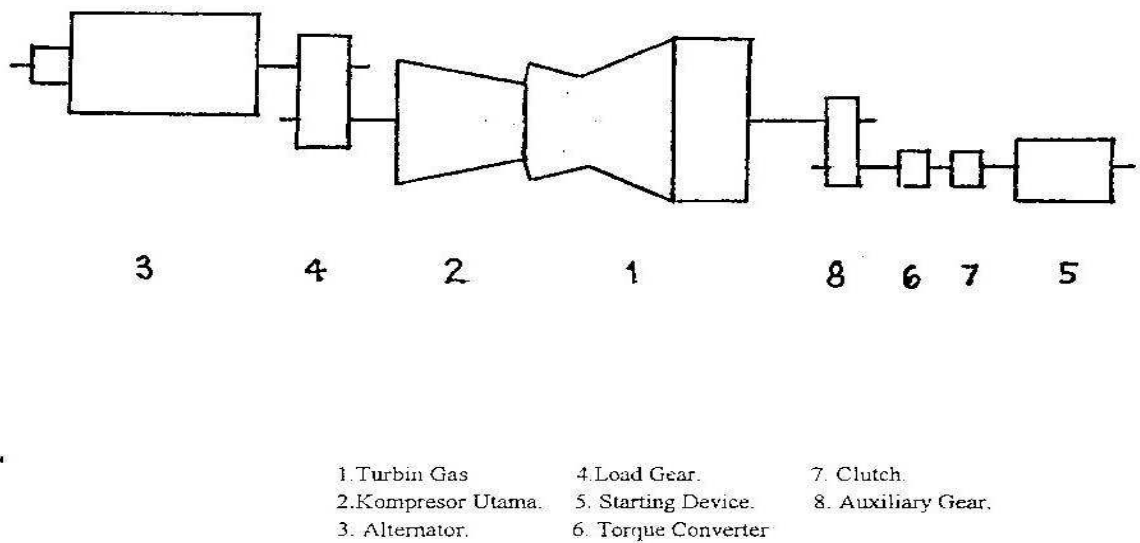
Motor listrik sebagai Starting Device ini juga tidak dapat digunakan untuk Black – Start. Motor listrik terkopel pada poros Generator atau poros Turbin – Kompresor melalui perantara Torque Converter, Clutch dan Auxiliary Gear (apabila perlu) seperti pada Gambar 6.1.

- **Mesin Diesel Sebagai Starting Device.**

Keunggulan mesin diesel sebagai Starting Device adalah kemampuannya untuk melakukan Black-Start, sehingga sistem seperti ini banyak dipakai di PLTG isolated atau yang memiliki sistem jaringan listrik belum handal.

- **Torque Converter, Clutch dan Auxiliary Gear**

Torque Converter adalah hydraulic clutch untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh Starting Device kepada poros Turbin-Kompresor. Alat ini diperlukan karena pada saat start-up membutuhkan torsi yang tinggi dengan putaran sangat rendah (mulai dari putaran nol). Clutch berguna untuk menghubungkan dan melepaskan hubungan antara poros Starting Device atau poros Torque Converter dengan poros Turbin-Kompresor melalui Auxiliary Gear. Auxiliary Gear berfungsi untuk menyesuaikan kecepatan putaran yang diberikan oleh Starting Device dengan kecepatan putaran yang diperlukan oleh Turbin-Kompresor.



Gambar 6.1: Motor Listrik atau Mesin Diesel Sebagai Starting Device

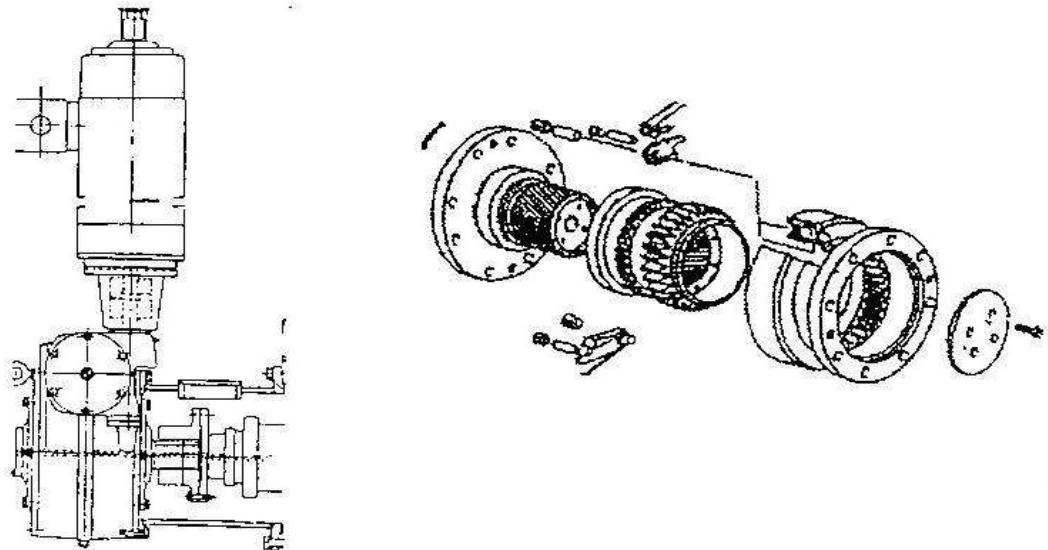
6.2. Pompa Bahan Bakar

Pompa bahan bakar minyak digunakan untuk mensupply bahan bakar minyak dari tangki ke Fuel Nozzle. Pada umumnya tersedia dua pompa bahan bakar minyak yaitu Booster Pump dan Main Fuel Pump. Booster Pump memompakan minyak dari tangki ke Main Fuel Pump, sedangkan Main Fuel Pump yang menghasilkan tekanan tinggi memompakan minyak menuju Fuel Nozzle. Beberapa model turbin gas menggunakan pompa bahan bakar yang diputar langsung oleh poros turbin dan pompa diputar oleh motor listrik untuk start-up. Beberapa model lainnya hanya menggunakan pompa yang diputar motor listrik.

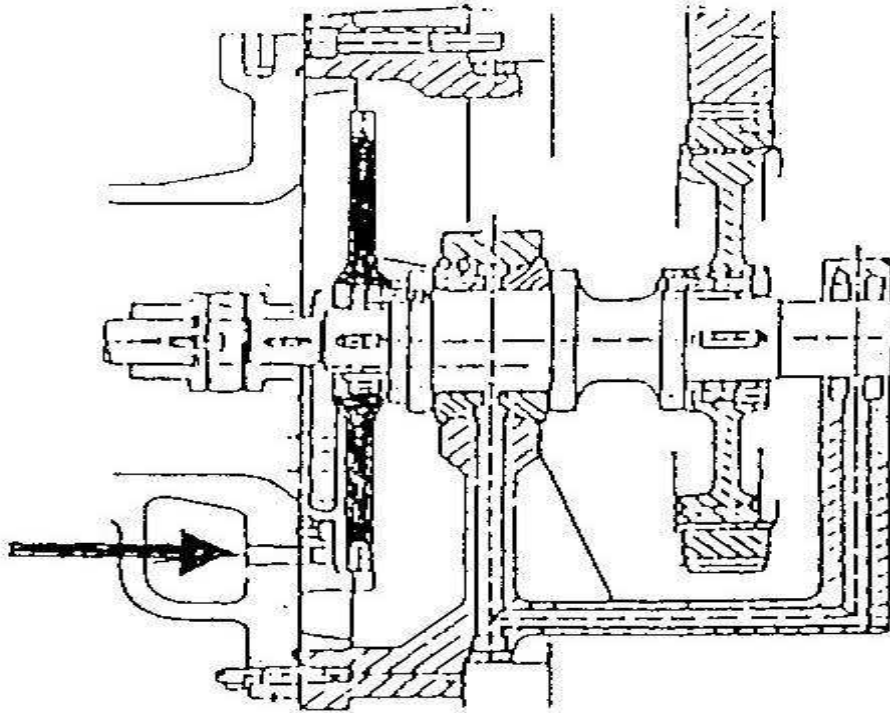
6.3. Alat Pemutar Poros.

- **Turning Gear, Ratchet dan Barring Gear**

Setelah Turbin-Kompresor di stop, rotor Turbin-Kompresor masih panas dan perlu diputar terus walaupun dengan putaran yang sangat pelan agar rotor Turbin-Kompresor tidak bengkok, dan baru dihentikan sam sekali apabila Rotor sudah dingin. Untuk memutar rotor tersebut digunakan Turning Gear atau Ratchet. Turning Gear adalah alat pemutar rotor yang berputar terus menerus perlahan-lahan. Penggerak Turning Gear dapat berupa motor listrik dan dapat pula berupa turbin hidrolis kecil. Turning Gear yang digerakkan oleh motor listrik (Electric Turning Gear) memiliki komponen motor listrik DC, Reduction Gear dan Clutch, dihubungkan pada poros Turbin-Kompresor dengan kecepatan putaran 2-3 RPM. Contoh Turning Gear yang digunakan motor listrik adalah seperti pada Gambar 6.2. Cara memutar Turning gear juga dapat dilakukan dengan menggunakan turbin hidrolis kecil seperti pada Hydraulic Turning Gear (Gambar 6.3). Fluida penggeraknya berupa minyak pelumas yang diambil dari sistem minyak pelumas bearing dipancarkan melalui nozzle untuk memutar wheel yang sekelilingnya dipasang blades. Poros wheel akan memutar roda gigi yang dihubungkan dengan poros Turbin-Kompresor. Beberapa model Turbin Gas memiliki Turning Gear yang merupakan bagian dari Torque Converter. Pada saat berfungsi sebagai Torque Converter, minyak hidrolis yang berupa minyak pelumas diperoleh dari bagian Torque Converter berupa pompa tekanan tinggi yang diputar oleh Starting Device. Pada saat berfungsi sebagai Turning Gear, supply minyaknya diperoleh dari Auxiliary Lube Oil Pump (Pompa Minyak Lumas Bantu).

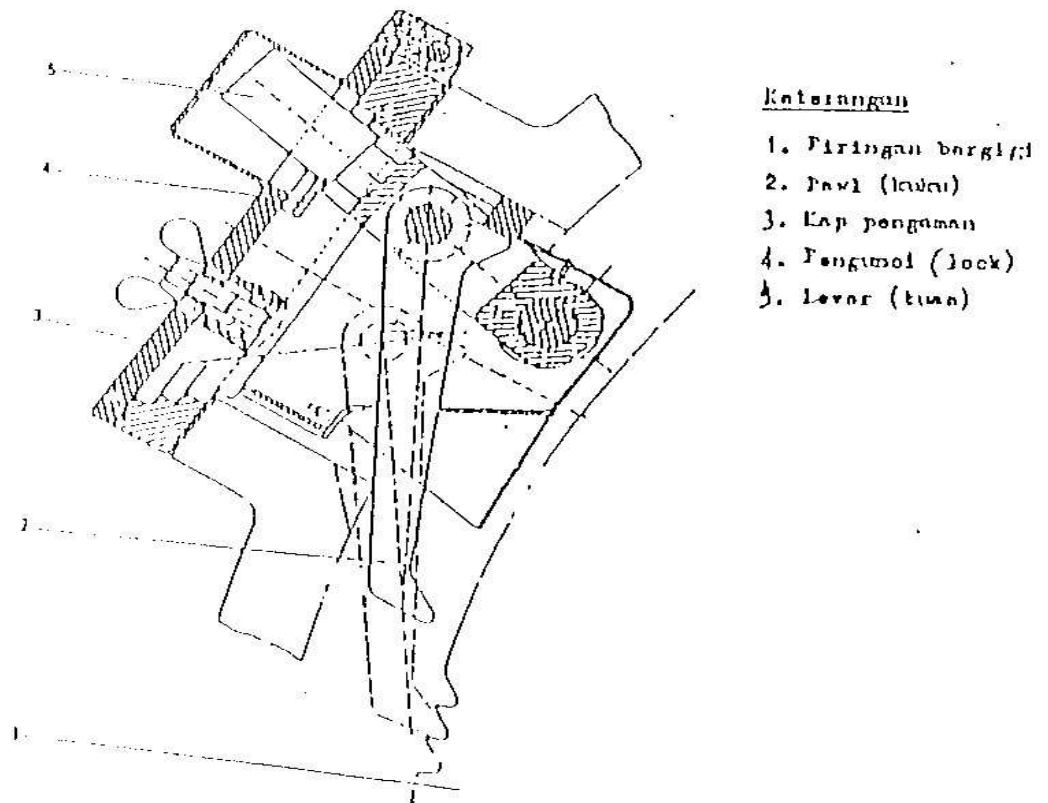


Gambar 6.2: Electric Turning Gear



Gambar 6.3: Hydraulic Turning Gear

Ratchet memiliki fungsi sama seperti Turning Gear, digerakan baik oleh motor listrik maupun hidrolis. Apabila pada Turning Gear putaran rotor Turbin-Kompresor terjadi terus-menerus tanpa berhenti sampai jangka waktu tertentu, sedangkan apabila menggunakan ratchet, rotor Turbin-Kompresor tidak berputar terus tetapi berputar sedikit-sedikit yaitu hanya sebesar **Barring Gear** (Gambar 6.4). adalah alat pemutar rotor Turbin-Kompresor yang dilakukan manual menggunakan tongkat. Alat ini adalah alat darurat digunakan apabila Turning Gear / Ratchet tidak dapat dioperasikan.



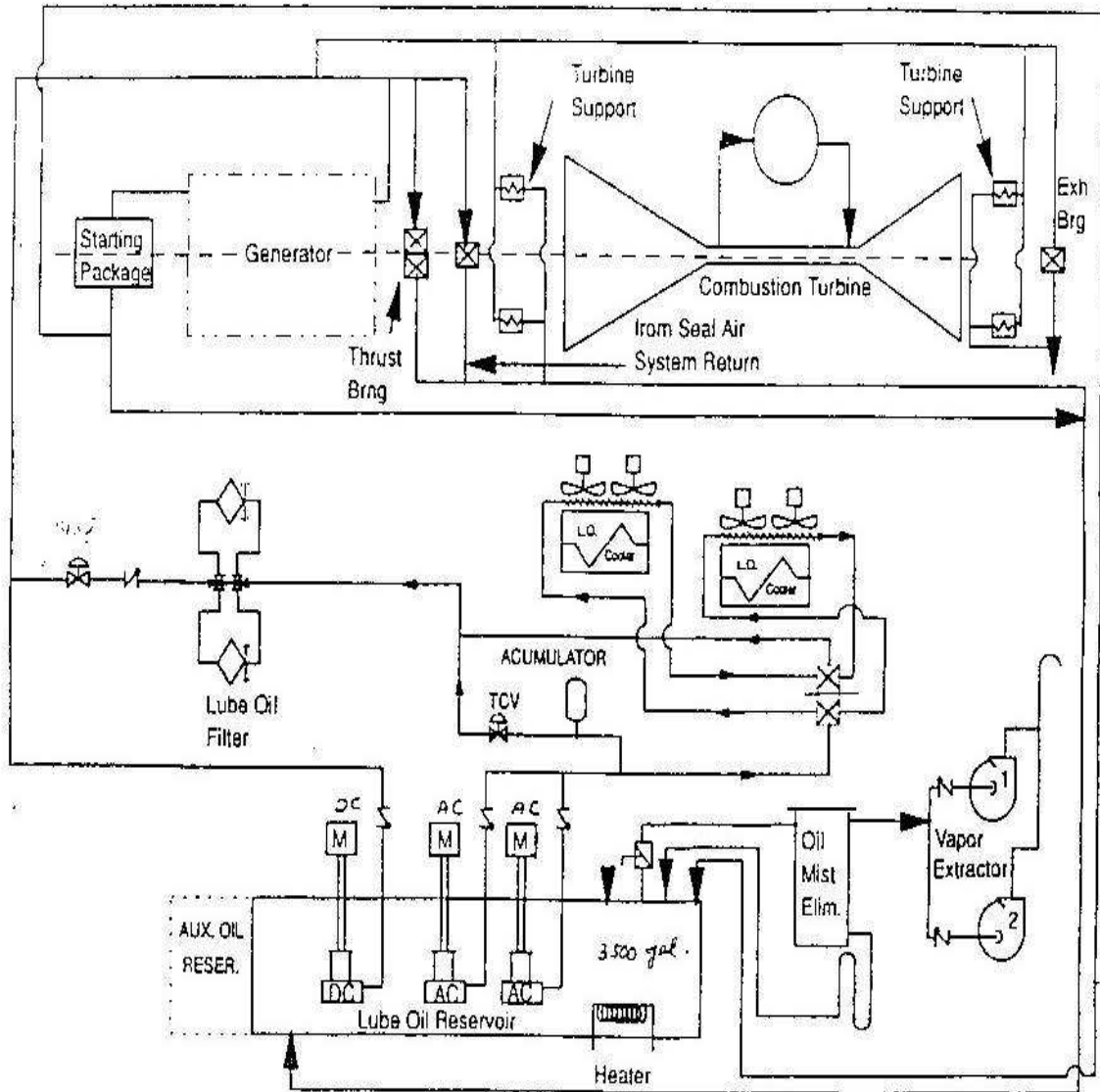
Gambar 6.4: Barring Gear.

6.4. Pompa Minyak Pelumas

Digunakan untuk mensupply minyak pelumas bertekanan kesemua bearing (Turbin, Kompresor, Load Gear, Auxiliary Gear dan Generator). Untuk menjamin agar tidak terjadi kegagalan operasi akibat tidak berfungsinya pompa minyak pelumas, maka pompa minyak pelumas tersebut disediakan sebanyak tiga unit yang terdiri dari Pompa Utama (Main Lubricating Oil Pump), Pompa Bantu (Auxiliary Lubricating Oil pump) dan Pompa Darurat (Emergency Lubricating Oil Pump). Pompa Utama ada yang diputar langsung oleh poros Turbin-Kompresor, tetapi pada unit tertentu diputar oleh motor listrik AC.

Pompa Bantu diputar oleh motor listrik AC, digunakan pada saat Pompa Utama tidak beroperasi atau tidak menghasilkan tekanan misalnya ketika start-up, periode pendinginan dan ketika Pompa Utama mengalami gangguan.

Pompa Darurat digunakan apabila Pompa Utama dan Pompa Bantu mengalami gangguan (trouble) atau tidak tersedia energi listrik AC. Pompa ini hanya dioperasikan saat turbin tidak beroperasi atau saat rotor turbin-kompresor diputar turning gear /ratchet.



Gambar 6.5: Pompa Minyak Pelumas pada Sistem Pelumasan.



6.5. Kompresor Bantu.

Umumnya kompresor ini berupa kompresor torak yang mensupply udara untuk atomizing dan untuk service.

- **Kompresor Udara Instrument**

Adalah Kompresor torak dilengkapi dryer untuk menghasilkan udara bertekanan dan kering yang akan digunakan oleh sistem kontrol dan proteksi. Seringkali udara kompresor ini juga digunakan untuk atomizing pada saat start-up, sehingga apabila start-up gagal beberapa kali tidak cukup lagi udara untuk atomizing dan harus menunggu beberapa saat sehingga tangki udara (receiver) bertekanan yang mencukupi.

- **Kompresor Udara Service.**

Berupa kompresor torak tidak dilengkapi dryer.
Udara bertekanan yang dihasilkannya digunakan untuk macam-macam keperluan.



7. PEMELIHARAAN

Pemeliharaan Turbin Gas adalah suatu kegiatan pekerjaan perawatan yang dilakukan terhadap peralatan / instalasi Turbin Gas dengan tujuan agar supaya peralatan / instalasi tersebut dapat dioperasikan secara maksimal, andal, efisien, aman dan dapat mencapai umur pakai (life time) sesuai dengan yang direncanakan. Pemeliharaan akan diperlukan karena setiap peralatan yang dioperasikan akan mengalami kerusakan.

Pemeliharaan yang baik akan mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan tersebut.

Faktor-faktor penyebab kerusakan diantaranya adalah :

- Design dan material
- Pengoperasian
- Pemeliharaan
- Kondisi Lingkungan

Program pemeliharaan yang berhasil selain akan memperlambat terjadinya kerusakan, juga akan dapat meningkatkan kemampuan dari peralatan / instalasi yang dipelihara. Untuk berhasilnya suatu pemeliharaan harus didukung dengan :

- Tenaga kerja yang terampil, baik personel operasi, pemeliharaan, perencanaan dan semua personel terkait.
- Tersedia spare parts / material / dana yang cukup.
- Tersedia cukup waktu untuk pemeliharaan.
- “Case History” (catatan kejadian-kejadian) selama peralatan / instalasi dioperasikan.

“Case History” yang lengkap dan rinci dan log sheet harus diarsipkan, baik mengenai operasi maupun pemeliharaannya. Case History harus mencakup uraian dan analisa mengenai gangguan-gangguan atau masalah-masalah yang tidak biasa yang terjadi selama operasi, termasuk juga kondisi kerusakan yang dijumpai saat inspection serta tindakan penanggulangan yang dilakukan. Apabila tempat dimana turbin gas ini dipasang mempunyai kondisi lingkungan yang tidak normal seperti humidity tinggi, udara banyak mengandung garam atau lainnya, maka inspection harus dilaksanakan lebih sering sampai didapat data yang cukup untuk menentukan priode pemeliharaan yang tepat. Data yang ditulis pada log sheet diantaranya data Tekanan, temperatur, RPM, waktu operasi, konsumsi minyak pelumas, konsumsi bahan bakar, dan atau item lainnya yang diperlukan sebelum dilaksanakan shut-down yang dilanjutkan dengan inspection.

Data hasil pemeriksaan pada inspection pertama adalah sangat penting, dan pabrik pembuat pada umumnya merekomendasikan agar inspection pertama ini dilaksanakan tidak lebih dari satu tahun kelender sejak Turbin Gas dioperasikan.



Sebelum Turbin Gas distop dalam rangka pelaksanaan inspection, data operasi tersebut dibawah ini harus dicatat dan Case History yang telah lalu juga harus diteliti kembali dan menjadi bahan pertimbangan dalam pelaksanaan inspection.

- Catat hasil pengukuran vibrasi disemua bearing, dengan menggunakan vibrasi meter portable diukur sesaat sebelum turbin gas distop. Juga catat hasil pengukuran vibrasi pada alat ukur atau / meter terpasang di panel.
- Apakah ditemukan kebocoran bahan bakar dari pipa dan lain-lainnya? Catat lokasinya.
- Apakah sistem kontrol bekerja dengan stabil dan secara keseluruhan bekerja dengan baik?
- Apakah pengaman Overspeed berfungsi dengan baik dan bekerja pada kecepatan putaran yang telah ditetapkan?
- Apakah Overspeed Valve dan Shut of Valve bekerja dengan baik saat turbin dapat trip.
- Apakah terjadi gesekan pada ujung blades dan atau seal?
- Apakah terjadi perubahan tekanan pada sistem minyak pelumas?
- Apakah terjadi perubahan temperatur pada sistem minyak pelumas?
- Pada saat membersihkan filter minyak pelumas, apakah ditemukan material babbitt?

Pemeliharaan Turbin Gas, Auxiliaries beserta instalasi/peralatan lainnya yang direkomendasikan oleh pabrik merupakan Priodic Inspection yang terdiri dari pemeliharaan kecil yang dilaksanakan ketika Turbin Gas beroperasi sampai dengan pemeliharaan menyeluruh berupa Major Inspection.

Efisiensi Turbin Gas sangat mempengaruhi daya mampu unit PLTG. Oleh karenanya stop berkala (periodic shut-down) untuk melaksanakan inspection sangat dianjurkan. Stop terpaksa (emergency shut-down) akan hilangnya kesempatan produksi yang tidak direncanakan terlebih dahulu dan mungkin juga akan berarti suatu kondisi yang berbahaya. Stop terencana (scheduled shut-down) harus dikordinasikan dengan unit pembangkit lainnya sehingga tidak terjadi kekurangan cadangan unit pembangkit. Turbin Gas memerlukan Priodic Inspection, perbaikan dan penggantian parts-nya

7.1. Pemeliharaan Selama Unit Beroperasi

Merupakan pengamatan yang terus menerus selama Turbin Gas dioperasikan.

Pengamatan ini biasanya dilaksanakan setiap hari, setiap minggu atau setiap bulan dan setiap tahun.

Bagian-bagian yang diamati diantaranya :

- Tekanan bahan bakar pada Fuel Nozzle.
- Differential Pressure pada filter-filter.
- Exhaust Gas Temperatur.
- Kebocoran-kebocoran.
- Vibrasi
- Tingkat kekotoran Kompresor.
- dll.



Kotoran pada kompresor dapat dikurangi dengan Catalyst atau campuran air dengan detergent yang dilakukan pada saat Turbin Gas beroperasi, atau dapat juga dengan Water Wash yang dilakukan ketika Turbin Gas pada posisi spin (600 RPM). Besarnya vibrasi Turbin Gas dan peralatan lainnya perlu diamati. Sedikit perubahan besarnya vibrasi mungkin diakibatkan oleh perubahan beban. Akan tetapi bila vibrasi naik dengan cepat atau secara kontinyu terlihat pada tendensi kenaikan vibrasi, ini merupakan suatu indikator untuk dilaksanakan aksi korektif seperti ini adalah merupakan bagian dari Predictive Maintenance.

7.2. Pemeliharaan Selama Unit Stop

- **Fuel Nozzle Inspection**

Inspeksi ini adalah membuka, melepas serta membersihkan Fuel Nozzle dan memeriksa bagian dalam Combustor Basket dan Transition Piece melalui lubang tempat memasang Nozzle.

Untuk pemeriksaan pertama (terhitung sejak Turbin Gas dioperasikan sesudah erection atau sesudah Major Inspection), pemeriksaan Fuel Nozzle ini selambat-lambatnya dilaksanakan setelah mencapai 50 jam operasi. Apabila dari pemeriksaan pertama ini tidak terlihat adanya kelainan-kelainan maka pemeriksaan selanjutnya bersamaan dengan Combustor Section Inspection.

- **Combustor Section Inspection**

Bagian pekerjaan yang termasuk dalam Combustor Section Inspection adalah membongkar, memeriksa dan memperbaiki Fuel Nozzle, Combustor Basket, Transition Pieces dan komponen lain yang berada di dalam Combustor Chamber. Bagian-bagian yang dibuka tersebut harus dibersihkan dengan teliti, diperiksa dan diperbaiki. Pada kesempatan ini juga diperiksa sudu-sudu turbin tingkat pertama yang dapat diperiksa dari lubang tempat pemasangan Transition Pieces.

- **Turbine Section Inspection**

Inspection ini biasa disebut juga sebagai HOT GAS PATH INSPECTION, yang meliputi Combustor Section Inspection ditambah dengan memeriksa / memperbaiki bagian dalam Turbin Gas dengan terlebih dahulu membuka Combustor Chamber Cylinder. Sudu-sudu Turbin dilepaskan dari rotornya kemudian dibersihkan dan diperbaiki. Dianjurkan juga agar bantalan aksial (Thrust Bearing) serta bantalan journal (Journal Bearing) dibuka, diperiksa dan diperbaiki.

- **Major Inspection**

Major Inspection adalah pemeriksaan dan perbaikan menyeluruh yang dilakukan terhadap semua komponen unit PLTG (Turbin Gas, Kompresor, Peralatan bantu dll). Pekerjaan yang dilaksanakan mencakup pekerjaan Combustor Section Inspection, Turbin Section Inspection, ditambah dengan membuka Kompresor Casing, melepas sudu-sudu kompresor untuk diperiksa / diperbaiki. Diaphragma Kompresor, Seal labirin, bantalan-bantalan juga dilepas, dibersihkan, diperiksa dan diperbaiki. Dalam pelaksanaan Major Inspection ini juga dilakukan alignment (penyetelan-penyetelan) secara menyeluruh. Kriteria pemeriksaan, perbaikan dan penggantian dapat dilihat dari Service Buletin yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat atau dari buku manual.



7.3. Faktor Operasi Yang Mempengaruhi Pemeliharaan.

Pemeliharaan yang direkomendasikan diperoleh dari pengalaman / penelitian terhadap sejumlah Turbin Gas dengan jam operasi total lebih dari 12 juta jam. Cara pemeliharaan serta Periode Pemeliharaan masih mungkin untuk berubah, untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

- **Type Bahan Bakar**

Pengaruh dari bahan bakar terhadap Turbin Gas adalah energi teradiasi yang ditimbulkan selama proses pembakaran langsung dan kemampuan untuk terjadinya atomisasi berbagai tipe bahan bakar. Bahan bakar gas alam yang tidak memerlukan atomisasi akan mempunyai energi teradiasi paling kecil, sehingga umur pakai (life-time) parts turbin akan lebih lama dibandingkan dengan apabila menggunakan bahan bakar minyak yang memerlukan atomisasi dan menimbulkan energi teradiasi yang lebih besar.

- **Jumlah Start Dalam Satu Periode (Starting Frequency)**

Setiap kali start dan stop turbin akan menimbulkan efek termal atau perubahan temperatur yang besar pada parts turbin. Selain periode start-up, sistem kontrol akan berbuat sedemikian rupa untuk mengurangi efek termal tersebut, namun walaupun demikian umur pakai (life-time) Turbin Gas yang sering di start akan lebih pendek dibandingkan dengan Turbin Gas yang selalu beroperasi pada beban dasar (base load) terus menerus.

Kemungkinan yang terjadi saat Turbin Gas di start adalah :

- a. Start yang berhasil, bilamana start diikuti kenaikan putaran mencapai putaran sinkron.
- b. Penyalaan gagal, bilamana start diikuti kenaikan putaran mencapai ignition, terjadi ignition tapi gagal untuk mencapai putaran sinkron.
- c. Tidak terjadi penyalaan, bilamana start diikuti kenaikan putaran tapi gagal untuk mencapai putaran ignition.
- d. Emergency Start (Fast Start), bilamana start diikuti kenaikan putaran yang sangat cepat.

Start yang tidak diikuti penyalaan tidak akan menyebabkan efek termal.

- **Siklus Beban (Load Cycle).**

Turbin Gas yang dibebani terus menerus dengan beban konstan atau sedikit perubahannya akan menimbulkan sedikit pengaruh pada life-time parts turbin. Sedangkan Turbin gas yang dibebani naik turun dengan cepat, pengaruhnya terhadap life-time parts turbin akan sama dengan yang sering Start-Stop.

Banyak Turbin Gas yang dioperasikan hanya untuk menampung beban puncak dengan jam kerja yang pendek. Cara pengoperasian seperti ini disebut Peak Rating dan dioperasikan sampai batas tertinggi temperatur exhaust gas. Untuk kondisi seperti ini jam kerjanya diperhitungkan dengan “Jam Kerja Ekuivalen”



- **Kondisi Lingkungan**

Pengaruh lingkungan terhadap pemeliharaan Turbin gas adalah timbulnya korosi dan atau abrasi / pengikisan. Pengaruh lingkungan yang akan mengakibatkan abrasi dapat dikurangi dengan memasang filter udara yang baik disisi masuk kompresor, sedangkan bila pengaruhnya korosi dapat dikurangi dengan pelindung / coating cat. Untuk keadaan tertentu mungkin perlu dipasang instalasi “pencuci udara”.

- **Emergency Start dan Emergency Stop.**

Setiap 10 kali dilakukan Emergency Start, turbin harus diperiksa dari kemungkinan terjadi kerusakan, dan setiap 20 kali Emergency Start juga kompresor berikut turbin diperiksa. Pemeriksaan ini perlu dilakukan karena pada saat Emergency Start akan terjadi Thermal Stress yang besar pada parts turbin, sedangkan pada kompresor mungkin terjadi kerusakan pada sudu-sudunya akibat hentakan beban yang mendadak. Seperti pada Emergency Start, pada Emergency Stop (Trip) juga akan terjadi Thermal Stress yang besar.