

# **ANALISA PERFORMANCE COMPRESOR SENTRIFUGAL UNTUK MENSUPLAY UDARA KE RUANG BAKAR PADA PLTG**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

Oleh :

**DENI ZUFRIA**  
07.813.0021



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2011

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

Mesin-mesin fluida merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi fluida menjadi energi mekanis ataupun sebaliknya, mengubah energi mekanis menjadi energi fluida.

Kompresor termasuk salah satu jenis mesin fluida yang merupakan bagian utama dari sistem turbin gas yang berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara yang masuk melalui *inlet* yang mengakibatkan temperatur udara juga meningkat, kemudian udara yang telah dikompresi ini masuk ke dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar disemprotkan bahan bakar sehingga bercampur dengan udara yang menyebabkan terjadinya proses pembakaran dengan menggunakan *spark plug* (busi penyalah).

Proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan di ruang bakar hanya untuk menaikkan temperatur. Gas hasil pembakaran tersebut dialirkan ke turbin gas melalui *nozzle* yang berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu-sudu turbin. Daya yang dihasilkan tersebut sebagian digunakan untuk menggerakkan beban (generator listrik) dan sebagian lagi digunakan untuk menggerakkan kompresornya sendiri. Setelah melewati turbin gas, sisa gas hasil pembakaran tersebut akan dibuang melalui *exhaust* (saluran pembuangan).

Kompresor yang akan dirancang adalah *Compressor Centrifugal* yang mensuplay udara ke ruang bakar turbin gas dengan daya generatornya 120 MW. Kompresor yang direncanakan ini tidak terlepas dari perhitungan beberapa komponen, seperti *impeller*, *diffuser*, poros, *sleeve* dan lainnya yang mendukung kinerja dari kompresor tersebut.

Hasil dari perencanaan ini mampu menambah *performance* dari kompresor centrifugal itu sendiri dibandingkan dengan jenis kompresor-kompresor lainnya. Semakin besar tekanan yang diperoleh maka semakin tinggi efisiensi dari kompresor itu. Hal ini sangat berpengaruh bagi kinerja yang dilakukan oleh kompresor tersebut sehingga kompresor yang dirancang ini lebih menguntungkan dan efisien dalam penggunaannya.

**Kata-kata kunci :** *Compressor centrifugal, impeller, diffuser, sleeve.*

## ABSTRACTION

Fluid machinery is a tool that can convert fluid energy into mechanical energy or vice versa, convert mechanical energy into fluid energy. Compressors including one type of fluid machine which is the main part of the gas turbine system which is used to inhale and raise the air pressure entering through the inlet air temperatures causing increases, then this compressed air into the combustion chamber. Sprayed in the combustion chamber so that fuel mixed with air that caused the combustion process by using a spark plug (spark ignition). The combustion process takes place in a state of constant pressure so that it can be said in the engine just to raise the temperature. The products of combustion are supplied to the gas turbine through a nozzle that serves to direct flow into the turbine blades. The power produced is partially used to drive the load (electricity generators) and partly used to drive kompresornya own. After passing through a gas turbine, combustion gas remaining is discarded through the exhaust (the sewer).

Compressor to be designed is a Centrifugal Compressor of supplying air to the combustion chamber of gas turbine power generator with 120 MW. Planned compressor can not be separated from the calculation of several components, such as the impeller, diffuser, shaft, sleeve and others who support the performance of these compressors.

The results of this planning can increase the performance of centrifugal compressor itself compared to other types of compressors. The greater the pressure which obtained the higher efficiency of the compressor. It is very influential to the performance by the compressor is designed so that the compressor is more profitable and efficient in its use.

Key words: centrifugal compressor, impeller, diffuser, sleeve.



## DAFTAR ISI

Halaman

### HALAMAN JUDUL

### LEMBAR PENGESAHAN

### ABSTRAK

### KATA PENGANTAR ..... i

### DAFTAR ISI ..... iii

### DAFTAR GAMBAR, GRAFIK DAN TABEL ..... vii

### BAB I PENDAHULUAN ..... 1

#### 1.1. Latar Belakang ..... 1

#### 1.2. perumusan Masalah ..... 4

#### 1.3. Batasan Masalah ..... 5

#### 1.4. Tujuan pengambilan judul ..... 6

#### 1.5. Manfaat Penelitian ..... 6

#### 1.6. Sistematika Penulisan ..... 7

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI. 8

#### 2.1. Mesin-Mesin Fluida ..... 8

#### 2.2. Kompresor ..... 9

#### 2.3. Analisa Thermodinamika ..... 14

#### 2.4. Siklus Dasar Turbin Gas ..... 19

### BAB III METODE PENELITIAN ..... 24

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

#### 3.1. Prosedur Penelitian ..... 24

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/9/23

3.2. Tahap Penelitian .....	24
3.3. Tahap Analisa .....	25
3.4. Tahap Perencanaan .....	25
3.5. Tahap Penyusunan Tugas Akhir .....	25
3.6. Diagram Alir Penulisan .....	26
3.7. Tabel Jadwal Penyelesaian Tugas Akhir .....	27

## **BAB IV DATA DAN ANALISA DATA**

4.1. Dasar Analisa .....	28
4.2. Perhitungan Siklus .....	30
4.3. Analisa Kebutuhan Bahan bakar .....	38
4.4. Perhitungan Daya dan Effisiensi .....	40
4.5. Head Kompresor .....	41
4.6. Putaran Kompresor .....	41
4.7. Putaran Spesifik .....	41
4.8. Impeller .....	42
4.9. Diffuser .....	50
4.10. Casing .....	54
4.11. Poros .....	57
4.12. Pasak .....	66
4.13. Sleeve .....	68
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	<b>70</b>

**LITERATUR**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Universitas Medan Area  
**LAMPIRAN**

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/9/23

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Pengembangan energi listrik juga memegang peranan penting dalam kemajuan suatu negara. Untuk menghasilkan energi listrik itu sendiri perlu diadakan suatu sistem pembangkit tenaga yang merupakan hasil dari teknologi itu sendiri dengan kecanggihannya, salah satunya adalah dengan memanfaatkan Turbin Gas Power Generator. Sehubungan dengan itu perlu terus ditingkatkan pengembangan prasarana dan sarana tenaga listrik secara efisien dalam pengolahan sehingga diperoleh tenaga listrik dalam jumlah yang cukup dan mutu yang diandalkan serta tersedia secara merata dengan pelayanan yang semakin membaik.

Kompresor sentrifugal pernah digunakan dalam salah satu mesin penggerak pancar gas pesawat terbang yang pertama. Penggunaan kompresor sentrifugal ini berlanjut sampai pertengahan 1950-an, tetapi sesudah itu mengalami kemunduran karena pembuatan mesin-mesin yang besar yang diperlukan oleh penerak pesawat terbang yaitu kompresor aliran aksial. Pada saat itu bukan saja luas frontal dan gaya geser yang semakin kecil dengan digunakannya kompresor aksial tetapi effisiensinya juga yang lebih baik 3% atau 4% untuk tugas-tugas yang sama.

Walaupun demikian, pada laju aliran massa udara yang sangat rendah, effisiensi kompresor aksial sangat turun, sudu-sudu yang sangat kecil dan sangat



sukar membuatnya akurat dan kompresor sentrifugal lebih menguntungkan dibanding kompresor aksial. Dalam pertengahan dekade 1960-an, adanya keperluan untuk mengembangkan helikopter militer yang digerakkan oleh mesin-mesin turbin gas kecil memberikan dorongan pada perkembangan yang pesat bagi kompresor sentrifugal itu sendiri.

Dalam dunia industry, kompresor merupakan mesin turbo yang berperan penting dalam menghasilkan dan mendistribusikan fluida gas bertekanan. Dalam mendistribusikan fluida gas bertekanan, kompresor memegang peranan yang penting, karena paling luas jangkauan kerjanya. Karena luas jangkauan kerjanya yang dibutuhkan, maka dibutuhkan kompresor sentrifugal dengan beban kerja yang sesuai.

Gambar 1.1 menunjukkan contoh pemanfaatan kompresor sentrifugal dalam bidang industry otomotif dan produksi gas nitrogen. Penggunaan kompresor sentrifugal dalam dunia industri tidak terbatas hanya untuk mendistribusikan fluida berupa udara, namun bisa berbagai macam fluida mulai gas metana untuk industri kimia, gas refrigerant untuk pendinginan skala besar, gas alam pada industri perminyakan, sampai bahan kimia yang mempunyai properties yang berbeda-beda. Dalam penerapannya di lapangan tentunya ada banyak sekali permasalahan yang dihadapi dalam pengoperasian kompresor sentrifugal, dan faktor-faktor yang mempengaruhi unjuk kerjanya.

Permasalahan yang ditemui antara lain *impeller* bergesekan dengan *diffuser* akibat vibrasi, *hydrodynamic journal bearing* bergesekan dengan *rotor assemblies*, pompa oli utama tidak berfungsi, pendingin udara yang kotor sehingga kinerjanya



Gambar 1.1 Penggunaan kompresor sentrifugal pada bidang industry

Dengan berkembangnya *pneumatic system* untuk keperluan otomatisasi industri, khususnya pada *continuous duty operation*, maka perlu dicermati pemilihan kompresor sebagai unit pensuplai fluida yang sesuai dengan kebutuhan sistem tersebut. Kebutuhan sistem dalam industri memang kompleks, biasanya digunakan berbagai jenis kompresor, antara lain kompresor torak, kompresor axial, ataupun kompresor sentrifugal. Tugas akhir ini difokuskan hanya pada jenis *Multi stages* kompresor sentrifugal.

Pentingnya *starting* pengoperasian kompresor, untuk mencegah terjadinya hal-hal membahayakan yang tidak diinginkan, mengingat piranti ini bekerja dengan putaran sangat tinggi, perlu perhatian yang mendalam.

Melihat kondisi perekonomian saat ini, industri melakukan penghematan di berbagai bidang, *maintenance* yang terprediksi dan teratur merupakan keharusan supaya dapat dicapai penghematan biaya perawatan peralatan.

Teknologi baru pada komponen sentrifugal kompresor yang mampu tukarnya baik

UNIVERSITAS MEDAN AREA dan dapat diaplikasikan pada kompresor yang dimiliki saat ini mampu

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/9/23



meningkatkan reabilitas mesin, ujung-ujungnya penghematan biaya *maintenance* jangka menengah bagi industri itu.

Di Indonesia upaya pengadaan energi listrik itu telah dilakukan dengan membangun bermacam-macam sistem pembangkit tenaga listrik seperti: PLTA, PLTU, PLTG, PLTD dan lain-lain. Pembangkit Tenaga Uap, Air, dan Diesel sudah sangat banyak kita jumpai pemakaiannya dalam kehidupan sehari-hari.

Meskipun PLTG masih tergolong muda dalam usia di ukuran negara kita, tetapi seperti di beberapa tempat khususnya di Indonesia yaitu: PLTG di Paya Pasir, Secanang, Kilang Gas Alam Cair (LNG) di PT. Arun, Aceh Utara dan Bontang di Kalimantan Timur, PLTG ini bukanlah yang baru lagi.

Pembangkit Listrik Tenaga Gas menggunakan komponen-komponen turbin gas. Kompresor, ruang bakar dan turbin gas adalah komponen yang tidak dapat dipisahkan penggunaannya. Kompresor mensuplay udara yang berasal dari inlet yang menghasilkan udara bertekanan tinggi sehingga pada saat terjadi pembakaran dapat mengasilkan gas panas berkecepatan tinggi yang dapat menimbulkan daya out-put turbin gas yang besar.

## 1.2. Perumusan Masalah

Pada umumnya setiap perencanaan mempunyai masalah yang nantinya akan disimpulkan menjadi rumusan masalah. Kesimpulan masalah ini akan dipelajari untuk dijadikan dasar analisa yang akan dibuat. Sehingga rumusan masalah ini yang nantinya akan dikembangkan menjadi sistem informasi dalam

menganalisa kompresor sentrifugal untuk mensuplay udara ke ruang bakar pada

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 P.D.I.G. yang menggunakan

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/9/23

1. Bagaimana cara menganalisa sudu-sudu kompresor sentrifugal
2. Bagaimana cara menganalisa head dan daya kompresor sentrifugal
3. Bagaimana menganalisa komponen-komponen kompresor sentrifugal

### 1.3. Batasan Masalah

Pembahasan utama pada perencanaan tugas sarjana ini adalah kompresor sentrifugal untuk mensuplay udara ke ruang bakar pada PLTG unit Secanang, Belawan. Untuk menghindari ketidak-teraturan pembahasan dan mengingat luasnya pembahasan disertai dengan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, maka pada tugas sarjana ini penulis membatasi masalah hanya sebatas:

1. Analisa Thermodinamika.
2. Pemilihan jenis kompresor dan
3. Pemilihan material yang digunakan.
4. komponen- komponen kompresor, meliputi:
  - a). *Impeller*
  - b). *Diffuser*
  - c). *Poros*
  - d). *Pasak*
  - e). *Casing*
  - f). *Sleeve*



#### 1.4. Tujuan Pengambilan Judul

Adapun tujuan dari pengambilan judul skripsi “Kompresor Sentrifugal untuk Mensuplay Udara ke Ruang Bakar pada PLTG” adalah:

1. Untuk menginformasikan lebih spesifik komponen kompresor sentrifugal.
2. Untuk memberikan gambaran tentang perencanaan dan menganalisa kompresor sentrifugal dalam upaya mensuplay udara ke ruang bakar.
3. Mengetahui performance dari kompresor tersebut.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

- Manfaat untuk keperluan/kepentingan bangsa/Negara.
- Bagi masyarakat.
- Bagi perkembangan ilmu pengetahuan.
- Menambah literature dalam bidang perencanaan kompresor sentrifugal.

## 1.6. Sistematika Hasil Penulisan

Untuk terarahnya penulisan ini dan untuk menghindari agar tidak terjadinya pembahasan yang terulang serta mempermudah pembaca dalam memahami, maka sistematika penulisannya sebagai berikut :

Penulisan ini dimulai dengan membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan tugas akhir dan sistematika penulisan, yang tuliskan pada, bab I pendahuluan.

Dilanjutkan dengan membahas mengenai pandangan kompresor klasifikasi, prinsip kerja dan jenis-jenis compressor yang dilampirkan pada bab II tinjauan pustaka dan landasan teori.

Sedangkan pembahasan mengenai metode yang digunakan dalam melakukan penelitian/perancangan dan data-data yang akan digunakan dalam penelitian di bahas pada bab III metode penelitian.

Dan pada bab ini dibahas mengenai analisa compressor sentrifugal dan perhitungan-perhitungannya yang di uraikan pada bab IV data dan analisa.

Kemudian bab terakhir ini diuraikan suatu kesimpulan yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya yaitu bab V kesimpulan dan saran.

Bagian ini berisikan tentang referensi penulis untuk membahas persoalan-persoalan dalam tugas akhir ini dalam daftar pustaka.

Dan diakhiri dengan lampiran.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

kompresor adalah ukuran yang menyatakan berapa besar kapasitas, head yang dikeluarkan *impeller* kompresor yang bekerja pada putaran spesifiknya. Kompresor tersebut akan digunakan untuk mensuplay udara ke ruang bakar pada turbin gas maka spesifik kompresor disesuaikan dengan kebutuhan udara pada turbin gas yang mana turbin gas ini berhubungan antara kompresor, turbin, generator listrik, motor listrik start yang semuanya berada dalam satu poros dan ruang bakar diletakkan di samping mesin.

#### 2.1. Mesin-Mesin Fluida

Mesin-mesin fluida merupakan suatu alat yang yang dapat mengubah energi fluida menjadi energi mekanis atau sebaliknya mengubah energi mekanis menjadi energi fluida. Mesin-mesin fluida dapat digolongkan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Mesin Tenaga, yaitu mesin fluida yang dapat mengubah energi fluida menjadi energi mekanis, antara lain:
  - a. Turbin Air
  - b. Kincir Air
  - c. Kincir Angin
2. Mesin Kerja, yaitu mesin fluida yang dapat mengubah energi mekanis dari

poros menjadi energi kinetik fluida, antara lain:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)14/9/23

- b. Fan
- c. Blower
- d. Kompresor

## 2.2. Kompresor

Kompresor merupakan komponen utama dari sistem turbin gas yang berfungsi untuk menghasilkan udara kompresi dengan meningkatkan variabel enthalpi temperatur dan tekanan sehingga tercapai kondisi udara yang siap mengalami proses pembakaran.

Kompresor udara biasanya menghisap udara dari Atmosfir namun ada pula kompresor yang menghisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi atau lebih rendah dari tekanan Atmosfir.

### 2.2.1. Klasifikasi kompresor

Ditinjau dari cara pemanfaatan udara atau gas maka kompresor dapat diklasifikasikan atas dua jenis yaitu:

1. Kompresor Tekanan Statis
2. Kompresor Tekanan Dinamis

#### 2.2.1.1 Kompresor tekanan statis

Kompresor ini disebut juga dengan *Positif Displasmen Compressor*, dimana tekanan fluida dinaikkan dengan cara penurunan volume fluida dan volume yang besar menjadi volume yang kecil dengan diturunkannya volume yang berada didalamnya maka akan termanfaatkan.

Adapun yang termasuk jenis kompresor ini adalah:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
1. Kompresor Torak

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)14/9/23



### b. Kompresor Skrup

### c. Kompresor Sudu Luncur

### a. Kompresor Torak

Kompresor ini mempunyai bagian utama berupa piston yang bergerak bolak-balik di dalam silinder. Untuk dapat menaikkan tekanan maka kompresor ini dilengkapi dengan katup-katup pada sisi isap dan sisi tekan atau buang.

Gas atau udara yang bertekanan rendah ini diisap melalui katup isap dalam silinder kemudian ditekan oleh piston sehingga tekanan naik dan keluar dari silinder melalui katup.

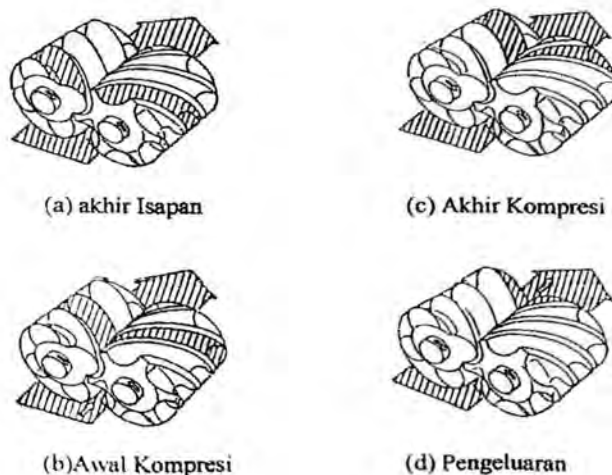


Gambar 2.1. Kompresor torak

### b. Kompresor Skrup

Kompresor ini mempunyai sepasang rotor yang berbentuk skrup, yang satu mempunyai alur dengan permukaan cembung dan yang lain dengan pemakaian cekung. Pasangan rotor berputar berlawanan arah dan dikurung dalam satu rumah.

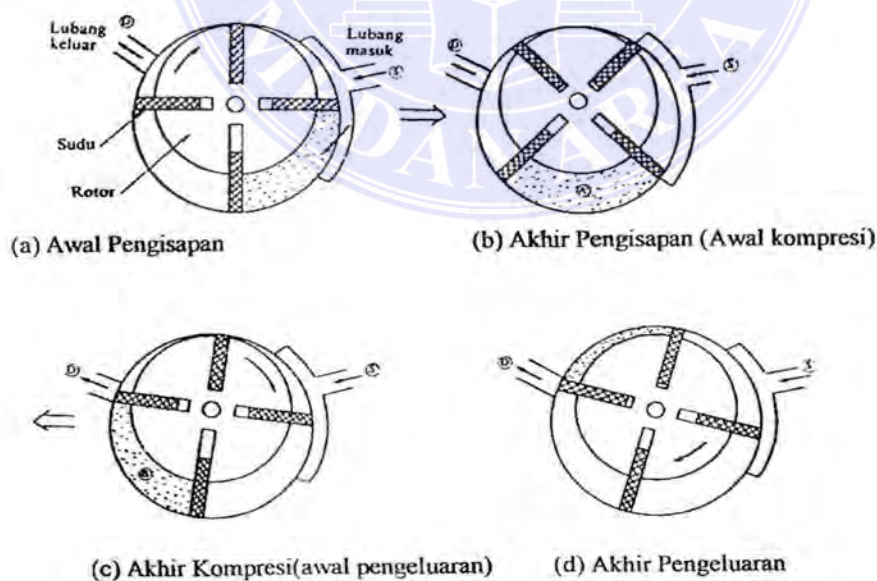
Apabila rotor berputar ruangan yang berbentuk antara rotor cekung dan dinding



Gambar 2.2 Prinsip kerja kompresor skrup

### c. Kompresor Sudu Luncur

Kompresor ini mempunyai rotor yang dipasang di dalam rumah yang berbentuk silinder. Pada rotor terdapat beberapa parit dalam arah axial dimana dipasang sudu-sudu.. Cara kerja kompresor ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.3. Prinsip kerja kompresor sudu luncur

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)14/9/23

### 2.2.1.2. Kompresor tekanan dinamis

Kompresor tekanan dinamis disebut juga dengan dinamis kompresor atau turbo kompresor. Dimana kenaikan tekanannya disebabkan oleh aliran fluida yang semakin cepat oleh *impeller* yang kemudian diubah dari energi kecepatan menjadi energi tekanan pada volute. Kompresor ini mempunyai bagian utama berupa roda, sudu dan karangan sudu dimana melalui sudu-sudu tersebut mengalir udara secara kontiniu dimana pada sudu-sudu tersebut terjadi perubahan moment.

Kompresor tekanan dinamis dapat digolongkan atas tiga golongan yaitu:

- a. Kompresor sentrifugal
- b. Kompresor axial
- c. Kompresor axial radial

#### a. Kompresor sentrifugal

Pada kompresor sentrifugal ini kecepatan keliling yang tinggi diberikan kepada udara atau gas yang dikompresikan oleh sudu-sudu dari *impeller*. Gaya sentrifugal yang dihasilkan dengan cara ini sebagian daripadanya memanfaatkan udara atau gas. Pada kompresor bertingkat banyak jumlah *impeller* adalah menunjukkan jumlah tingkatnya. Udara atau gas yang masuk ke *impeller* yang kedua dan seterusnya pindah ke *impeller* yang terakhir. Tekanan yang dihasilkan *impeller* pertama kemudian dinaikkan pada *impeller* yang kedua hingga seterusnya.

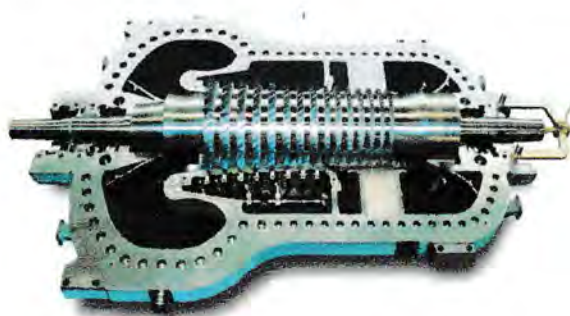




Gambar 2.4. Kompresor sentrifugal

### b. Kompresor axial

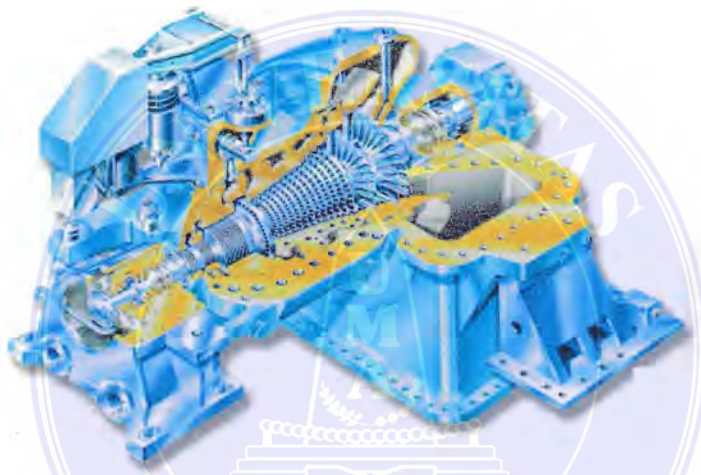
Pada kompresor axial ini, tekanan akan terjadi dengan memperlambat aliran yang terutama bergerak kearah axial. Kompresor ini memiliki sudu-sudu gerak yang disusun sedemikian rupa pada disk dan sudu-sudu tetap yang terpasang pada rumah kompresor tersebut. Sudu-sudu tetap berfungsi sebagai pengarah dan sekaligus sebagai diffuser yang menaikkan tekanan dengan menghilangkan energi kinetik. Effisiensi kompresor ini relatif lebih tinggi dibanding kompresor sentrifugal.



Gambar 2.5. Kompresor axial

### c. Kompresor axial radial

Kompresor ini biasanya digunakan sebagai pemanfaatan udara atau gas pada instalasi-instalasi yang membutuhkan udara yang banyak seperti pada pabrik baja, pabrik pupuk dan lainnya. Kompresor ini biasanya dibuat lima sampai sembilan tingkat. fluida dari satu tingkat ke tingkat berikutnya mengalami perbandingan pada suatu alat pendinginan yang disebut pendinginan antara.



Gambar 2.6. Kompresor axial – radial

Berdasarkan laju aliran udara yang memasuki kompresor, maka arah dan jumlah aliran udara yang masuk dibagi atas tiga jenis, yaitu:

1. Aliran secara axial
2. Aliran secara radial
3. Aliran secara axial-radial

## 2.3. Analisa Termodinamika

Udara atau gas yang memasuki kompresor akan dimanfaatkan dari tekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi berdasarkan hukum termodinamika. Akibat

proses pemampatan ini suhu udara atau gas akan naik karena tekanan naik.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan harus memperhatikan cara penulisan dan data yang digunakan

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)14/9/23

### 2.3.1. Keadaan gas ideal

Definisi mikroskopik gas ideal antara lain :

1. Suatu gas yang terdiri dari partikel-partikel yang dinamakan molekul.
2. Molekul-molekul yang bergerak secara serampangan dan memenuhi hokum-hukum gerak Newton.
3. Jumlah seluruh molekul adalah besar.
4. Volume molekul adalah pecahan kecilyang diabaikan dari volume yang ditempati oleh gas tersebut.
5. Tidak ada gaya yang cukup besar yang bereaksipada molekul tersebut kecuali selama tumbukan.
6. Tumbukannya elastik (sempurna) dan terjadi dalam waktu yang sangat singkat.

Udara yang digunakan sebagai media kerja pada kompresor dapat dianggap sebagai gas ideal karena ikat antara molekulnya dapat diabaikan.

Dari Hukum Thermodinamika, persamaan untuk gas ideal adalah:

$$P.v = R.T \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P.V = m.R.T$$

dimana:  $p$  = Tekanan mutlak (Pa)

$v$  = Volume spesifik ( $m^3/kg$ )

$R$  = Konstanta gas spesifik (J/kg.K)

$V$  = Volume yang dibutuhkan oleh gas ( $m^3$ )

$m$  = Massa (kg)

$T$  = Temperatur Absolut (K)



### 2.3.2. Panas spesifik

Panas spesifik merupakan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur satu unit bobot gas sebesar satu derajat. Perbandingan antara panas spesifik tekanan konstan dengan panas spesifik pada volume konstan dinyatakan dengan k (konstan).

$$k = \frac{c_p}{c_v} \dots\dots\dots (2.2.)$$

### 2.3.3. Kompresi udara

Kompresi udara atau gas dapat dilakukan dengan tiga cara, antara lain:

#### a. Kompresi isoteremis

Apabila suatu gas dikompresikan maka pada gas tersebut akan diberikan energi mekanis. Energi ini diubah menjadi energi panas yang mana temperatur gas akan naik jika tekanan semakin tinggi sesuai persamaan berikut:

$$P.V = R.T \dots\dots\dots (2.3)$$

$$P.V = \text{konstan}$$

$$P_1.V_1 = P_2.V_2$$

#### b. Kompresi adiabatik

Kompresi adiabatik adalah yang pada proses kompresinya tidak ada panas yang masuk dan keluar dari sistem. Dalam hal ini sistem adalah kompresor diisolasi secara sempurna.

Hubungan antara P dan V dapat dilihat dari persamaan berikut ini:

$$P_1.V_1^k = \text{konstan} \dots\dots\dots (2.3.)$$

$$P_1.V_1^k = P_2.V_2^k$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dimana k adalah perbandingan panas jenis gas pada tekanan tetap dengan panas jenis gas pada volume tetap

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)14/9/23

### c. Kompresi polytropik

Pada kenyataannya kompresi pada kompresor yang sesungguhnya adalah kompresi polytropik bukan kompresi adiabatik maupun isothermal.

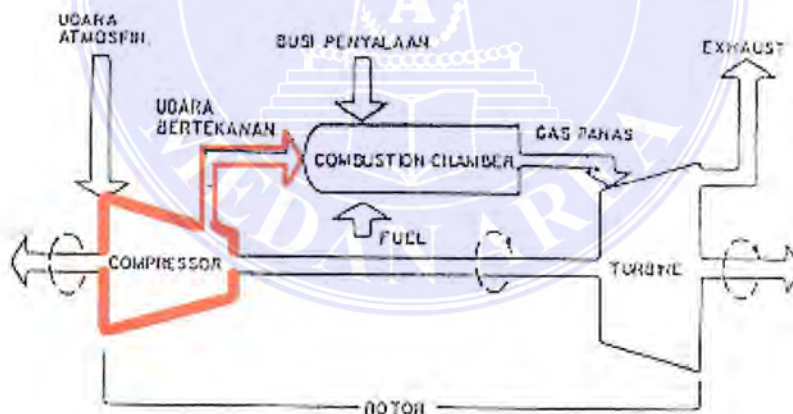
Kompresi polytropik berada diantara kompresi isothermal dan kompresi adiabatik karena ada kenaikan temperatur dan panas yang keluar. Hal ini dapat dilihat dari persamaan berikut :

$$P_1.V_1 = \text{konstan} \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

$$P_1.V_1^n = P_2.V_2^n$$

dimana n adalah indeks polytropik yang hanya terletak diantara 1 (proses isothermal) dan k (proses adiabatik).

#### 2.3.4 Prinsip Kerja Sistem Turbin Gas



Gambar 2.7. Prinsip kerja turbin gas

Udara masuk ke dalam kompresor melalui *inlet* (saluran masuk udara). Kompresor ini berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut, akibatnya temperatur udara juga meningkat. Kemudian udara yang telah dikompresi ini masuk ke dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar disemprotkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)14/9/23

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 nozzel yang berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu-sudu turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin gas tersebut seperti generator listrik, dll. Setelah melewati turbin ini gas tersebut akan dibuang keluar melalui *exhaust* (saluran buang).

Pada kenyataannya, tidak ada proses yang selalu ideal, tetapi terjadi kerugian-kerugian yang dapat menyebabkan turunnya daya yang dihasilkan oleh turbin gas dan berakibat pada menurunnya *performance* turbin gas itu sendiri.

Kerugian-kerugian tersebut dapat terjadi pada ketiga komponen sistem turbin gas, sebab-sebab terjadinya kerugian antara lain :

- a. Adanya gesekan fluida yang menyebabkan terjadinya *pressure losses* (kerugian tekanan) di ruang bakar.
- b. Adanya kerja yang berlebih waktu proses kompresi yang menyebabkan terjadinya gesekan antara bantalan turbin dengan udara.
- c. Berubahnya nilai  $C_p$ , dan fluida kerja akibat terjadinya perubahan temperatur dan perubahan komposisi kimia dan fluida kerja.
- d. Adanya *mechanical loss*.

Untuk memperkecil kerugian ini hal yang dapat kita lakukan antara lain dengan *maintenance* (perawatan) yang teratur atau dengan memodifikasi peralatan yang ada.



## 2.4. Siklus Dasar

Siklus dasar turbin gas dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

- a. *Open cycle* (siklus terbuka)
- b. *Close cycle* (siklus tertutup)

Perbedaan dari kedua tipe siklus ini adalah berdasarkan siklus fluida kerjanya. Pada siklus terbuka akhir ekspansi kerjanya langsung dibuang ke udara atmosfer, sedangkan siklus tertutup akhir ekspansi fluida kerjanya didinginkan untuk kembali ke dalam proses awal siklus.

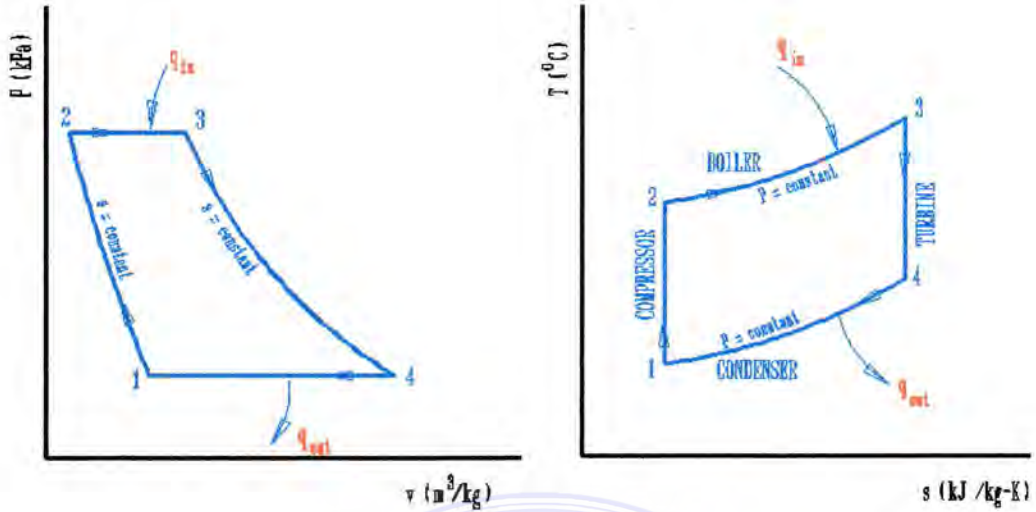
### 2.4.1. Siklus brayton

Siklus turbin gas yang umum dipakai adalah Siklus *Brayton*. Siklus ini merupakan siklus daya utama satu-satunya yang beroperasi sebagai motor bakar maupun mesin pembakaran luar dan siklus ini dikenal dengan nama siklus joule.

Siklus *Brayton* merupakan siklus teoritis pada sistem turbin gas yang terdiri atas 4 macam proses, yaitu:

- (1) → (2) = Proses kompresi secara isentropis.
- (2) → (3) = Proses penambahan panas secara isobar.
- (3) → (4) = Proses ekspansi turbin secara isentropis.
- (4) → (1) = Proses pelepasan panas secara isobar.

Proses-proses tersebut di atas dapat juga digambarkan pada diagram P – V dan T – S siklus *Brayton* ideal sistem turbin gas seperti Gambar 2.8.



a. diagram P-V

b . diagram T-S

Gambar 2.8. Siklus ideal turbin gas

Pada hukum termodinamika I untuk setiap *Steady State* (keadaan Tunak) pada masing-masing sistem yang ditunjukkan di dalam diagram energi serta dengan mengabaikan perubahan-perubahan potensial.

Proses 1 – 2 = Daya Kompresor ( $N_c$ )

$$N_c = m_a (h_2 - h_1) \quad [\text{KJ/s}] \dots\dots\dots (2.5.)$$

Proses 2 –3 = Penambahan Panas ( $Q_m$ )

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m_c \cdot \text{LHV (fuel)} \quad \dots\dots\dots (2.6) \\ &= (m_a + m_f) h_3 - m_a h_2 \quad [\text{KJ/s}] \end{aligned}$$

Proses 3 – 4 = Daya Turbin ( $N_t$ )

$$N_t = (m_a + m_f)(h_3 - h_4) \quad [\text{KJ/s}] \dots\dots\dots (2.7)$$

$$N_t = \left( 1 + \frac{m_f}{m_a} \right) m_a (h_3 - h_4)$$

Proses 4 – 1 = Pelepasan Panas ( $Q_{out}$ )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$Q_{out} = m_a(h_4 - h_1) \quad [\text{KJ/s}] \dots\dots\dots (2.8)$$

Daya bersih sistem [ $N_{net}$ ]

$$N_{net} = N_t - N_c \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$N_{net} = [(m_a + m_f)(h_3 - h_4)] - [m_a(h_2 - h_1)]$$

Effisiensi thermal siklus [ $\eta_{th}$ ]

$$\eta_{th} = \frac{[(m_a + m_f)(h_3 - h_4)] - [m_a(h_2 - h_1)]}{(m_a + m_f)h_3 - m_a h_2} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana:  $m_a$  = massa udara

$m_c$  = massa campuran udara + bahan bakar

$m_f$  = massa bahan bakar

Siklus Brayton Ideal dikenal hanya sebagai dasar teoritis dimana siklus ini mengabaikan seluruh kerugian yang terjadi, sedangkan siklus Brayton Aktual selalu memperhitungkan kerugian-kerugian dan penyimpangan-penyimpangan yang terjadi di kompresor, ruang bakar maupun turbin.

Adapun kerugian dan penyimpangan tersebut terjadi akibat proses sebagai berikut:

1. Proses kompresi di dalam kompresor tidak berlangsung secara isentropis akibat gesekan fluida kerja.
2. Proses ekspansi di dalam turbin tidak berlangsung secara isentropis akibat gesekan fluida kerja.
3. Terjadi penurunan tekanan pada ruang bakar.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

4. Panas jenis dari fluida kerja akan bervariasi akibat perubahan temperatur

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

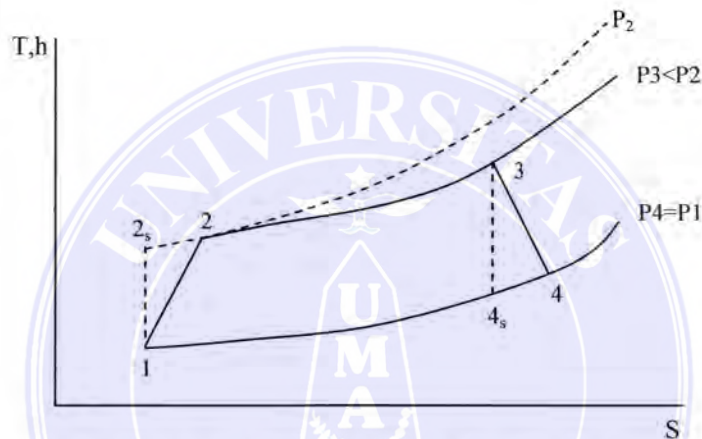
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



5. Kerja yang dihasilkan turbin lebih kecil dari idealnya akibat pengaruh dari beban-beban pembantu yang digunakan dalam turbin.
6. Gas yang dihasilkan oleh pembakaran bukanlah gas sempurna.

Untuk lebih jelasnya berikut digambarkan diagram T, h-s siklus brayton aktual turbin gas dan memperlihatkan penyimpangan-penyimpangan seperti yang disebutkan di atas.



Gambar 2.9. Diagram T,h-s siklus brayton aktual

Dari Gambar 2.9 dapat diinformasikan:

1. Kompresi berlangsung tidak secara isentropis menurut garis 1 – 2, sedangkan proses ideal pada garis 1 – 2<sub>s</sub>.
2. Proses ekspansi tidak berlangsung secara isentropis dengan mengikuti garis 3 – 4, sedangkan proses ideal adalah mengikuti garis 3 – 4<sub>s</sub>.
3. *Pressure drop* (penurunan tekanan) terjadi di ruang bakar dari P<sub>2</sub> – P<sub>3</sub>.
4. Tekanan pada saat keluar turbin sama dengan tekanan pada saat masuk ke kompresor (P<sub>4</sub> = P<sub>1</sub>) hal ini dikarenakan turbin gas menggunakan sistem siklus terbuka.

ini disebabkan tingkat ketakmampu-balikkan fluida semakin besar. Ketakmampu-balikkan fluida diakibatkan oleh gesekan fluida yang semakin meningkatnya temperatur fluida sekaligus akan menyerap beberapa masukan kerja yang dilepas di dalam gesekan fluida.

Pada akhirnya peningkatan entropy akan menurunkan dan daya bersih siklus akibat kerja kompresor yang semakin besar dan sebaliknya kerja turbin menjadi menurun sehingga kedua proses di atas memiliki efisiensi politropik atau adiabatik isentropik dapat ditulis sebagai berikut:

a. Effisiensi isentropik kompresor ( $\eta_c$ ):

$$\begin{aligned}\eta_c &= \frac{\text{Kerja ideal}}{\text{Kerja aktual}} \dots\dots\dots (2.11) \\ &= \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}\end{aligned}$$

b. Effisiensi isentropik turbin ( $\eta_t$ ):

$$\begin{aligned}\eta_t &= \frac{\text{Kerja aktual}}{\text{Kerja ideal}} \dots\dots\dots (2.12) \\ &= \frac{h_3 - h_4}{h_3 - h_{4s}}\end{aligned}$$

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penulisan ini adalah “ pengamatan langsung (survey)”. Data diperoleh dengan melakukan pengamatan terhadap kompresor sentrifugal di PLN Sicanang Belawan.

#### 3.2. Tahap Penelitian

Tahapan – tahapan kegiatan dilaksanakan selama penulisan yaitu tahap persiapan, tahap pengamatan lapangan, tahap analisa dan tahap penyusunan laporan.

##### 1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan dalam melakukan penulisan adalah:

- Studi literatur, bagian ini membahas mengenai teori-teori dan persamaan-persamaan yang mendukung dalam menganalisa kompresor sentrifugal.
- Pembuatan proposal tugas akhir
- Mengurus surat penelitian ke industri.

##### 2. Tahap pengamatan lapangan

Tahap pengamatan lapangan dilakukan di PT. PLN Sicanang Belawan. Penulis meninjau sebuah kompresor sentrifugal yang dipakai

UNIVERSITAS MEDAN AREA udara ke ruang bakar di PLTG Belawan.



### 3.3. Tahap Analisa

Analisa yang dilakukan dalam rancangan Compresor sentrifugal adalah sebagai berikut :

- Analisa thermodynamika pada kompresor
- Analisa thermodynamika pada ruang bakar
- Analisa Thermodynamika Pada Turbin.
- Analisa Kebutuhan Bahan Bakar.
- Perhitungan Daya dan Effisiesi.
- Head Kompresor
- Putaran Kompresor

### 3.4. Tahap Perencanaan

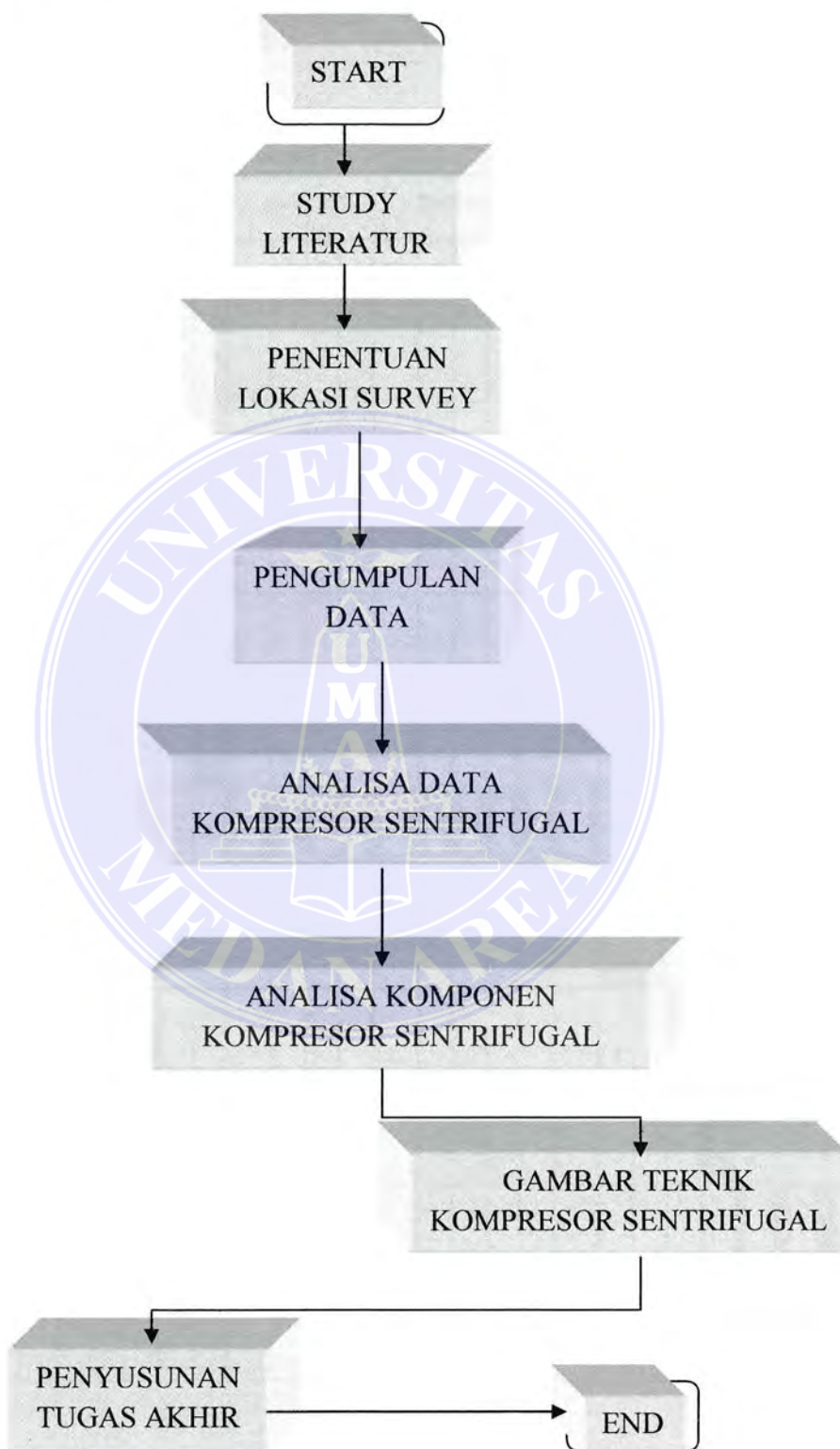
Setelah pengamatan lapangan dilakukan dan data-data yang diperlukan telah didapat, maka selanjutnya membahas mengenai perencanaan impeler, diffuser, serta komponen-komponen pendukung kompresor.

### 3.5. Tahap Penyusunan Tugas Akhir

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari kegiatan penulisan yaitu mengkompilasikan hasil analisa, data pengamatan lapangan dan interpretasi data dalam bentuk laporan akhir yang melampirkan :

1. Tabel dan diagram
2. Hasil analisa

### 3.6. Diagram Alir Penulisan



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/9/23

Gambar III.6.1 Diagram Alir Analisa Kompressor Sentrifugal

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/9/23

### 3.7 Tabel Jadwal Penyelesaian Tugas Akhir

Penelitian dimulai dari bulan Februari 2011 sampai dengan Juli 2011.

U7yhjb

Dapat dilihat dari uraian tabel berikut ini :

No	KETERANGAN	Februari 2011				Maret 2011				April 2011				Mei 2011				Juni 2011				Juli 2011				Agustus 2011		
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Pengajuan judul dan Pengesahan	■	■																									
2	Pengajuan proposal dan Pengesahan			■	■																							
3	Seminar outline					■	■																					
4	Pengajuan surat penelitian							■	■																			
5	Penelitian Pengumpulan data dan Pengolahan data									■	■																	
6	Bimbingan, Analisa dan Evaluasi									■	■	■	■	■	■	■	■											
7	Pengurusan Berkas Seminar Hasil																	■	■									
8	Seminar Hasil																			■	■							
9	Penyempurnaan penulisan laporan																					■	■					
10	Pengurusan Berkas Seminar Meja Hijau																							■	■	■	■	
11	Sidang Meja Hijau																											■



## BAB V

### KESIMPULAN

Kompresor merupakan salah satu komponen penting pada sistem turbin gas. Kompresor berfungsi untuk mensuplay udara bertekanan ke dalam ruang bakar turbin gas. Kompresor yang direncanakan adalah kompresor sentrifugal karena kompresor ini lebih efisien dan lebih baik dibanding dengan jenis yang lainnya

Kompresor sentrifugal, (kadang-kadang dikenal sebagai kompresor radial) adalah suatu kelas khusus aliran radial dari mesin turbo yang bekerja dengan pengisapan yang meliputi pompa, fan, blower dan kompresor. Bentuk awal dari mesin turbo dinamik ini adalah pompa, fan, dan blower. Apa yang membedakan mesin turbo awal ini dari kompresor yaitu fluida yang bekerja dapat dipertimbangkan untuk tidak dimampatkan dengan begitu memperbolehkan analisa yang akurat melalui persamaan Bernoulli. Bedanya, kompresor sentrifugal modern mempunyai kecepatan dan analisa yang tinggi dan harus berhadapan dengan aliran termampatkan.

Untuk tujuan-tujuan definisi, kompresor sentrifugal sering mempunyai berat jenis yang meningkat lebih besar dari 5 persen. Juga, sering mengalami percepatan fluida relatif di atas Mach 0.3 ketika fluida yang bekerja adalah udara atau nitrogen. Perbedaannya, fan atau blower sering dipertimbangkan untuk mempunyai berat jenis yang meningkat kurang dari 5 persen dan puncak

kecepatan fluida relatif di bawah Mach 0.3. Pada pengertian yang ideal,

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/9/23

Access From (Repository.uma.ac.id)14/9/23

kinetik/percepatan untuk aliran kontinu yang melewati rotor atau impeller. Energi kinetik ini kemudian dikonversi untuk peningkatan tekanan statis dengan memperlambat aliran yang melalui diffuser.

### Keuntungan

Kompresor sentrifugal digunakan seluruh industri sebab mempunyai bagian bergesekan yang lebih sedikit, secara relatif energi efisien, dan memberi aliran udara yang lebih tinggi dibanding kompresor reciprocating dengan ukuran yang sama (yaitu. positive-displacement). Kelemahan utamanya adalah bahwa mereka tidak bisa mencapai perbandingan kompresi yang tinggi dari pada kompresor reciprocating tanpa multi stage. Fan/Blower sentrifugal lebih sesuai untuk pemakaian yang kontinu seperti fan ventilasi, penggerak udara, bagian pendingin, dan penggunaan lain yang memerlukan volume tinggi dengan sedikit atau tanpa peningkatan tekanan. Bedanya, kompresor sentrifugal multi-stage sering mencapai pengeluaran tekanan 8,000 sampai 10,000 psi ( 59 MPA sampai 69MPa) penginjeksian kembali gas alam ke lahan minyak untuk meningkatkan produksi minyak.

Kompresor sentrifugal sering digunakan pada mesin turbin gas kecil seperti APUS ( unit daya bantu) dan turbin gas pesawat terbang kecil. Alasan penting untuk ini adalah bahwa dengan teknologi sekarang, aliran kompresor yang sama akan sedikit lebih efisien kaitan utamanya dengan kerugian jarak ujungnya. Terdapat beberapa kompresor sentrifugal langkah tunggal yang memiliki rasio perbandingan di atas 10:1, dalam kaitan dengan pertimbangan tegangan yang benar-benar membatasi keselamatan kompresor, ketahanan dan waktu pakai.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/9/23

Access From (Repository.uma.ac.id)14/9/23



beberapa keuntungan yang mencakup kesederhanaan pembuatan, biaya relatif rendah, berat/beban rendah, peralatan penyalaan yang sedikit, dan efisiensi pengoperasian yang luas cakupannya pada kecepatan putaran. Sebagai tambahan, panjang pendeknya kompresor sentrifugal dan desain spoke-like memperbolehkannya untuk mempercepat udara dengan cepat dan dengan seketika mengirimkannya pada diffuser dengan jarak yang pendek. Kelemahan yang paling penting adalah daerah aliran di bagian depan yang secara relatif lebih besar. Untuk alasan ini dan yang lainnya, turbin gas pesawat terbang yang menggunakan sentrifugal stage di dalam kompresor cenderung untuk menjadi lebih kecil dan digunakan pada turboshaft atau aplikasi mesin turboprop (referansi catatan mesin pesawat terbang). Kompresor yang lebih kecil ini bentuknya bervariasi, tetapi biasanya terbagi menjadi dua kategori axi-centrifugal dan 2-stage sentrifugal. Kecepatan Ujung kompresor sentrifugal sering dapat menjangkau Mach-1.3. pada turbin gas 2-stage sekarang ini, tekanan tinggi yang naik tiap stage mengijinkan kompresor modern ini untuk memperoleh keseluruhan perbandingan kompresi 15:1.

### Aplikasi

Daftar tiap bagian dari aplikasi kompresor sentrifugal meliputi:

- Pada saluran pengangkutan gas-alam untuk memindahkan gas dari lokasi produksi kepada konsumen.
- Pada penyulingan minyak, pabrik pemrosesan gas alam, pabrik kimia dan petrokimia

• Pada pabrik separasi udara untuk membuat hasil gas akhir yang bersih.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

• Pada refrigerasi dan peralatan bahan pendingin alat beredar pendingin.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



- Pada industri dan pabrikasi untuk menyediakan udara bertekanan untuk semua jenis peralatan pneumatik.
- Pada turbin gas dan unit daya bantu
- Pada pesawat terbang bertekanan untuk menyediakan tekanan udara pada ketinggian tertentu.
- Pada mesin otomotif dan mesin diesel turbochargers.
- Pada re-injection ladang minyak dari gas-alam tekanan tinggi untuk meningkatkan pengolahan minyak.

#### Batas-batas Pengoperasian

Banyak kompresor sentrifugal mempunyai satu atau lebih batas-batas beroperasi berikut ini:

- o Kecepatan Beroperasi Minimum - kecepatan minimum untuk operasi yang bisa diterima, di bawah harga ini kompresor dapat dikendalikan untuk berhenti atau bekerja pada kondisi 'Idle'.
- o Kecepatan Maksimum yang diijinkan – kecepatan operasi maksimum untuk kompresor. Di luar harga ini tegangan-tegangan dapat dinaikkan di atas batas yang ditentukan dan getaran rotor boleh ditingkatkan dengan cepat. Pada kecepatan di atas ini peralatan pengukuran akan mungkin menjadi sangat berbahaya dan dikendalikan ke kecepatan lebih lambat.
- o Dinding tembok atau choke- terjadi di bawah salah satu dari 2 kondisi-kondisi berikut. Secara khas untuk peralatan kecepatan tinggi, ketika aliran bertambah percepatan fluida dapat mendekati kecepatan sonik gas/fluida di suatu tempat di

antara stage kompresor. Penempatan ini dapat terjadi di pintu masuk

Dalam banyak kasus, secara umumnya tidak merugikan kompresor. Untuk peralatan kecepatan rendah, ketika aliran bertambah, kerugian meningkat. seperti perbandingan tekanan yang jatuh menjadi 1:1.

Perhitungan pada bab-bab sebelumnya, diperoleh data-data sebagai berikut:

a. Spesifikasi Diesel Start (hasil survey)

- |                      |            |
|----------------------|------------|
| 1. Daya Diesel Start | : 724 kW   |
| 2. Putaran           | : 2100 rpm |

b. Spesifikasi Kompresor

- |   |  |
|---|--|
| 1. Type Kompresor                       | : <i>Kompresor Centrifugal<br/>Multi Stage</i> |
| 2. Daya Kompresor                       | : 229,408 kW                                   |
| 3. Putaran Kompresor                    | : 4000 rpm                                     |
| 4. Putaran Spesifik Kompresor           | : 1476,37 rpm                                  |
| 5. Tekanan <i>Inlet</i> rata-rata       | : 1,013 Bar                                    |
| 6. Tekanan <i>Outlet</i> rata-rata      | : 9,593 Bar                                    |
| 7. Temperatur Masuk Kompresor           | : 303 K = 30 °C                                |
| 8. Temperatur Keluar Kompresor          | : 605,13 K = 332,13 °C                         |
| 9. Kompresor Penggerak                  | : Turbin Gas                                   |
| 10. Persentase Daya Penggerak Kompresor | : 64,4 %                                       |
| 11. <i>Head</i> Kompresor               | : 26767,6 m kolom udara                        |
| 12. Diameter Hub                        | : 810 mm                                       |

13. Diameter Sudu Masuk	: 823 mm
14. Diameter Sudu Keluar	: 1751 mm
15. Jumlah Sudu	: 28 buah
16. Ketebalan sudu	: 7 mm
17. Jumlah Sudu <i>Diffuser</i>	: 25 buah
18. Diameter Poros	: 510 mm

### c. Ruang Bakar

1. Kebutuhan Massa di Ruang Bakar	: 742,59 kg/s
2. <i>Lossis</i> pada Ruang Bakar	: 0,1918 Bar
3. Tekanan Masuk Ruang Bakar	: 9,40 Bar
4. Bahan Bakar	: Gas Alam Metana (CH <sub>4</sub> )

### d. Turbin Gas

1. Daya Turbin Gas	: 355,72 MW
2. Jenis Turbin	: <i>Single Shaft</i> (poros tunggal)
3. Temperatur Masuk Turbin	: 1073 K = 800 °C
4. Temperatur Keluar Turbin ( <i>exhaust</i> )	: 646,93 K = 373,93 °C
5. Tekanan Keluar Turbin	: 1,013 Bar

### e. Generator (beban)

1. Daya Generator (Power Generator)	: 120 MW
2. Penggerak	: Generator turbin gas



## LITERATUR

- [1]. Fritz Diesel :1990, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, cetakan kedua, (terjemahan oleh Dakso Sriyono), Penerbit Erlangga Jakarta.
- [2]. Ronald P Lapina : 1982, *Estimating Centrifugal Compressor Performance, Compressor Procces Technology*, Volume I, Gulf Publishing Company.
- [3]. Syamsir A. Muin : 1993, *Pesawat-pesawat Konversi Energi II*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [4]. Meherwan P. Boyce:2001, *Gas Turbine Engineering Hand Book*, Second Edition, Gulf Professional Publishing, Houston, Texas.
- [5]. Muzzakkir Budiman : 1999, *Gas Turbin Diktat PT. Arun NGL*, Pustaka PT. Arun NGL, Lhokseumawe, NAD.
- [6]. Joseph H. Keenan, Joseph Kaye: 1948, *Gas Table*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- [7]. Sularsa, Kiyokatsu Suga: 1980, *Dasar-dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Mesin*, cetakan ketiga , PT.Pratnya Paramita, Jakarta
- [8]. Kiyokatsu Suga: 1983 *Dasar-dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Mesin*, (diterjemahkan oleh Sularso), edisi 4, PT.Pratnya Paramita, Jakarta
- [9]. Arismunandar Wiranto:1988, *Penggerak Mula Turbin Gas*, PT.Ganesha, ITB Bandung
- [10]. Joseph H Keenan, Jing Chao Joseph Kave, 1983, *Gas Tables: International Version*, Second Edition, Texas