

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Umum Turbin Uap

Wiranto Aris Munandar (2004: 44) turbin adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar sudu turbin. Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian turbin yang berputar dinamakan rotor atau sudu turbin, sedangkan bagian yang tidak bergerak dinamakan stator atau rumah turbin. Sudu turbin terletak di dalam rumah turbin dan sudu turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebannya (baling-baling, generator listrik, pompa, kompresor, atau mesin lainnya).

Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin, langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang akan digerakkan. Tergantung pada jenis mekanisme yang digunakan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan transportasi. Pada proses perubahan energi potensial menjadi energi mekanisnya yaitu dalam bentuk putaran poros dilakukan dengan berbagai. Turbin uap modern pertama kali dikembangkan oleh Sir Charles Parsons pada tahun 1884. Pada perkembangannya, turbin uap ini mampu menggantikan peranan dari kerja mesin uap torak. Hal ini disebabkan karena turbin uap memiliki kelebihan berupa efisiensi termal yang besar dan perbandingan berat dengan daya yang

dihasilkan yang cukup tinggi. Pada prosesnya turbin uap menghasilkan gerakan rotasi, sehingga hal ini sangat cocok digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Pada saat ini sudah hampir 80% pembangkit listrik diseluruh dunia telah menggunakan turbin uap.

Ferdinand G. Marcos (1933: 38) turbin uap adalah suatu pesawat yang digunakan merubah energi uap menjadi energi mekanis, atau dengan kata lain : “turbin uap adalah sebuah pesawat dimana energi potensial yang diubah menjadi energi kinetis dan selanjutnya energi itu dirubah menjadi usaha mekanik”. Turbin yang mana energi potensial uap dirubah kedalam kerja seluruhnya dalam dua tahap secara jelas :

- Energi yang tersedia dirubah kedalam energi kecepatan (energi kinetik) oleh ekspansi uap di dalam nosel atau jalan yang tepat, yang mana uap timbul pada kecepatan tinggi.
- Energi kinetik ini dirubah kedalam energi mekanik atau kerja keseluruhan, secara langsung semburan uap mendorong sudu-sudu yang terpasang pada rotor yang bisa berputar, atau dengan reaksi dari semburan itu sendiri dalam perjalanan ekspansi jika perjalanan berputar.

Agus Hendro Waskito MM (2003: 29) turbin uap pada dasarnya dalam proses kerjanya sama halnya dengan kincir angin maupun kincir air. Dimana pada kincir angin sebagai sumber tenaga adalah kecepatan angin, dan untuk kincir air adalah kecepatan air. Sedang kalau kita pelajari turbin uap, sebagai sumber tenaganya adalah panas yang di kandung oleh uap. Dasar bekerjanya turbin adalah merubah tenaga panas yang dikandung oleh uap tadi menjadi tenaga mekanis. Perubahan tenaga tersebut dimungkinkan karena dalam sistem turbin uap, terdapat komponen-komponen sebagai berikut : pipa-pipa pancar atau tabung pancar untuk turbin aksi, sudu-sudu pancar untuk turbin reaksi yang berfungsi merubah tenaga panas uap menjadi tenaga kecepatan uap. Selanjutnya tenaga kecepatan uap yang telah dihasilkan masuk diantara sela sudu-sudu jalan dan dirubah langsung menjadi tenaga mekanis yang

memutar poros turbin. Itu berarti sudu-sudu jalan mempunyai fungsi merubah tenaga kecepatan menjadi tenaga mekanis di poros tersebut digunakan sesuai dengan keperluan.

Jenis-jenis turbin uap menurut cara kerja dan bentuk dari susunan rangkaian sudu jalan turbin dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu turbin aksi dan turbin reaksi. Di kapal taruna praktek berlayar turbin yang ada adalah turbin aksi *de laval*.

Yang dimaksud dengan turbin aksi atau turbin tekanan rata ialah turbin yang tekanan sebelum dan sesudah sudu jalan sama besar, atau suatu turbin dimana gaya-gaya yang menghasilkan tenaga adalah gaya aksi saja. Turbin Aksi mempunyai 3 jenis yaitu *turbine de Laval*, *turbine Curtis* dan *turbine Zoelly*.

Konstruksi turbin ini terdiri dari stator dan rotor (bagian yang tetap dan bagian yang berputar). Yang termasuk bagian yang tetap yaitu pipa pancar (tabung pancar) yang gunanya untuk merubah tenaga panas yang dikandung oleh uap menjadi kecepatan. Dengan demikian kecepatan uap keluar dari pipa pancar yang lebih besar. Dan pipa pancar yang ada di turbine kapal saya kemarin adalah pipa pancar konvergensi. Dan yang termasuk bagian yang bergerak (rotor) pada turbin aksi adalah sudu-sudu turbin, roda jalan dan poros turbin.

2. Instalasi Turbin Uap

Agus Hendro Waskito (2003: 53) instalasi turbin uap sederhana terdiri dari beberapa komponen pokok yaitu ketel uap yang menggerakkan poros (pembangkit tenaga mekanik), kondensor dan pompa pengisian ketel untuk memasukkan air kondensat ke dalam ketel. Maka jelas bahwa turbin hanyalah

merupakan salah satu bagian dari suatu sistem pesawat tenaga.

Ferdinand G. Marcos (1933: 58) didalam ketel uap itu dibentuk uap dari tekanan tertentu. Uap ini berjalan ke mesin, tapi dalam perjalanannya kesana, pada instalasi turbin kebanyakan masih melalui sebuah pemanas lanjut. Alat ini, yang langsung dipasang dalam ketel uap dan tidak tersusun terpisah (tersendiri) seperti tertulis dalam skema diatas. Gunanya ialah untuk memberikan kepada uap ketel suhu yang lebih tinggi daripada suhu di dalam ketel. Oleh karena pemanas lanjut berhubungan secara terbuka dengan ruang uap ketel, maka tegangan uap di dalam pemanas lanjut tidak berubah, sesudah itu uap menuju ke mesin yang sebenarnya dan melaksanakan kerja disitu, pada saat mana tegangan dan suhu menurun secara hebat / kuat. Uap yang telah dipergunakan (uap bekas) mesin itu kemudian menuju ke kondensor dan disini di kondensasikan menjadi air, dan air ini akhirnya dengan sebuah pompa dialirkan ke dalam ketel dan dengan itu telah dilaksanakan satu peredaran yang lengkap.

3. Kondensor (*Condenser*)

Kondensor dipasang pada turbin uap dengan maksud untuk mengurangi *back pressure* (tekanan balik) terhadap mesin yang bekerja, sehingga memberikan efisiensi yang lebih besar. Pembangkit uap selalu dilengkapi dengan kondensor dimana uap gas buang dan air pendingin cukup disimpan terpisah. Ketika uap terkondensasi membentuk partikel air murni digunakan sebagai air pengisi *boiler* (W.J Fox and S.C Mc Brine, 1970).

Kondensor adalah sebuah pesawat yang berfungsi untuk merubah uap bekas menjadi air kondensat dengan cara kondensasi melalui proses pendinginan, untuk dijadikan air pengisi ketel kembali. Pada sistem tenaga uap, fungsi utama kondensor adalah untuk mengembalikan uap bekas dari turbin ke fase cairnya agar dapat di pompakan kembali dan di gunakan oleh *boiler*. Selain itu, kondensor juga berfungsi untuk menciptakan *back pressure* yang rendah (*vacuum*) pada *exhaust* turbin. Dengan *back pressure* yang rendah, maka efisiensi dan kerja turbin akan meningkat. Apabila terjadi tekanan balik yang tinggi pada turbin uap akan menyebabkan masalah pada turbin uap tersebut. Putaran turbin akan *slowdown*.

Hal utama yang penting adalah uap mengkondensasi pada suhu saturasinya dan untuk melengkapi kondensasinya ini hanya diperlukan pada energi panas untuk diambil oleh air sirkulasi. Jika ada panas yang diambil, suhu kondensat jatuh ke bawah bersama uap bekas, dan panas yang diambil merupakan sebuah kerugian. Kedua, kondensor tidak hanya mengkondensasi uap bekas, tetapi jg menjaga vakum di dalam sistem pembuangan, antara lain udara dan gas yang tidak dapat dikondensasikan harus secara terus-menerus diambil oleh kondensor dan kemudian diteruskan oleh pompa udara. Cara pentingnya pengambilan udara dari dalam kondensor adalah tanggung jawab untuk proses pendinginan kondensat.

Prinsip kerja kondensor:

Jika dua ruangan dengan suhu yang berlainan, seperti turbin dan kondensor dihubungkan bersama dan didalamnya terdapat uap dalam keadaan jenuh, maka keadaan di dalam ruangan ini akan saling menyesuaikan dengan tekanan, sesuai dengan suhu terendah.

Di dalam kondensor berlaku hokum Dalton (karena di dalam kondensor ada uap dan udara).

- a. Tekanan dari campuran gas dan uap adalah dengan cara jumlah masing-masing tekanan jika menempati ruangan tersebut secara sendirian.
- b. Tekanan dari uap jenuh untuk menempati ruangan tersebut tergantung pada suhu di dalam ruangan itu dan tidak ada pengaruhnya, apakah di dalam ruangan itu ada gas-gas lain.

Tujuan kondensasi yaitu pengurangan entalphy sewaktu uap memuai

diantara tekanan rendah jauh lebih besar daripada sewaktu uap memuai diantara tekanan-tekanan tinggi. Dengan jalan pelaksanaan kondensasi, maka pemakaian uap di dalam turbin dapat dilanjutkan sampai kering, lebih $0,05 \text{ kg/cm}^2$.

Keuntungan lain dari kondensasi adalah:

- a. Proses kondensasi uap membuat partikel air murni.
- b. Air kondensasi dapat dipergunakan untuk air pengisian ketel.

Secara umum terdapat 2 jenis kondensor, yaitu:

a. *Surface Condenser*

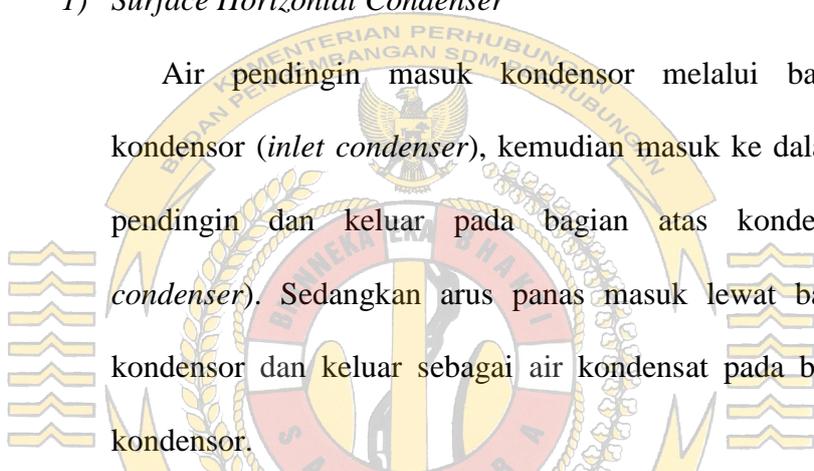
Prinsip kerja *surface condenser* uap masuk ke dalam *shell condenser* melalui *steam inlet connection* pada bagian atas kondensor.

Uap kemudian bersinggungan dengan pipa kondensor yang bersuhu rendah sehingga suhu uap turun dan terkondensasi, menghasilkan kondensat yang terkumpul pada *hotwell*. Suhu rendah pada pipa dijaga dengan cara mensirkulasikan air yang menyerap kalor dari uap pada proses kondensasi. Kalor yang dimaksud disini disebut kalor laten penguapan dan terkadang disebut juga kalor kondensasi (*heat of condensation*) dalam lingkup bahasan kondensor. Dan pendinginan yang di gunakan adalah pendinginan langsung yg menggunakan air laut.

Air kondensat yang terkumpul kemudian dipompa dengan pompa kondensat untuk pengisi ketel. Ketika meninggalkan kondensor hampir keseluruhan uap telah terkondensasi kecuali bagian yang jenuh dari

udara yang ada di dalam sistem. Udara yang ada di dalam sistem secara umum timbul akibat adanya kebocoran pada pipa-pipa dan gland packing. Untuk menghilangkan udara yang terlarut dalam kondensat akibat adanya udara di kondensor dilakukan dengan de-aeration. De-aeration dilakukan dengan cara memanaskan air kondensat dengan uap agar udara yang terlarut tersebut menguap.

1) *Surface Horizontal Condenser*



Air pendingin masuk kondensor melalui bagian bawah kondensor (*inlet condenser*), kemudian masuk ke dalam pipa-pipa pendingin dan keluar pada bagian atas kondensor (*outlet condenser*). Sedangkan arus panas masuk lewat bagian tengah kondensor dan keluar sebagai air kondensat pada bagian bawah kondensor.

2) *Surface Vertical Condenser*

Air pendingin masuk kondensor melalui bagian bawah kondensor, kemudian masuk ke dalam pipa-pipa pendingin dan keluar pada bagian atas. Sedangkan arus panas masuk lewat bagian atas kondensor dan keluar sebagai air kondensat pada bagian bawah kondensor. Karena posisinya yang vertikal maka jenis ini lebih mudah dalam pemasangannya.

b. *Direct Contact Condenser*

Direct contact condenser mengkondensasikan uap dengan mempertemukannya langsung dengan air pendingin. Gambar *direct*

contact condenser dapat dilihat pada gambar II.5 (lampiran 3). Didalam gambar dijelaskan sistem pendinginan pada condenser dilakukan secara langsung menggunakan media pendingin (air laut) sehingga diperoleh konstruksi yang sederhana dan ekonomis, dan hal tersebut yang menjadi kelebihan dari jenis *direct contact condenser*.

Pada *spray condenser*, pencampuran uap dengan air pendingin dilakukan dengan jalan menyembrotkan air ke uap. Sehingga *steam* yang keluar dari *exhaust turbine* pada bagian bawah bercampur dengan air pendingin, pada bagian tengah menghasilkan air kondensat yang mendekati fase saturasi. Sebagian dari air kondensat dikembalikan ke *boiler* sebagai *feedwater*.

Apabila penentuan vakum dilakukan setiap hari pada waktu vakum diperlukan, maka dipergunakan grafik-grafik atau alat bantu yang lain untuk menentukan tekanan atau vakum tersebut. Adanya faktor-faktor yang mempengaruhi vakum antara lain:

- 1) Jumlah air pendingin
- 2) Temperatur air pendingin
- 3) Luas bidang pendingin
- 4) Kebocoran udara

B. Kerangka Pikir Penelitian

Pada kerangka pikir penelitian ini akan dijelaskan hasil penahapan pemikiran secara kronologis dalam data nilai pokok permasalahan penelitian yang penulis buat dari tabel 1 sampai tabel 8, berdasarkan teori-teori dari buku

referensi dan pengalaman saat praktek di MT. Pungut tempat taruna melaksanakan praktek. Di kapal tersebut terdapat instalasi turbin uap, dimana disana terdapat *turbine* yang fungsinya sebagai mesin penggerak *cargo oil pump*. *Turbine* uap tersebut ada kalanya mengalami gangguan dalam pengoperasiannya. Dari berbagai macam gangguan pada *turbine*, maka penulis akan memaparkan apa penyebab kinerja *turbin* kurang optimal dan bagaimana cara menjaga kinerja *turbin* tetap optimal yang akan dibahas oleh penulis.

Gangguan tidak optimalnya kinerja turbin akan dijelaskan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan hal tersebut terjadi. Dan hal-hal apa saja yang bisa menjaga kondisi kinerja turbin tetap dalam kondisi optimal, sehingga turbin uap akan bekerja sesuai yang diharapkan.

Dalam pembuatan kerangka pikir dalam penulisan karya tulis ini, penulis metode SWOT dimana dalam penentuan pokok masalah, penulis membuat tabel data yang nanti akan dibahas lebih lanjut pada bab 3.

Dan dari proses perhitungan tabel 1 yang menentukan faktor-faktor internal dan faktor eksternal sampai 8 penulis mendapatkan rumusan masalah yang nantinya akan dibahas pada bab selanjutnya, berikut adalah tabel perumusan masalah yang diambil dari perhitungan data.

Tabel 2.8 PERUMUSAN TUJUAN STRATEGIS

MISI		TUJUAN	
FKK			
1	Kondisi minyak lumas yang baik	1	Terwujudnya kinerja turbin uap yang optimal terhadap cargo oil pump (COP)
2	<i>Labirin valve</i> yang masih bagus	2	Terwujudnya kelancaran pengoprasian COPT terhadap proses bongkar muatan
3	<i>Valve steam inlet</i> yang bocor / rusak	PRIORITAS TUJUAN	
4	<i>Shaft</i> turbin dengan shaft pompa tidak lurus	Terwujudnya kinerja turbin uap yang optimal terhadap cargo oil pump (COP)	

