

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1. PENGERTIAN KETEL

Ketel uap adalah suatu Bejana tertutup yang dapat membentuk uap, dengan jalan memanaskan air ketel dengan gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Dimana dalam proses digunakan uap air dengan tekanan yang lebih besar dari tekanan yang udara atmosfir.

II.2. UAP DAN SIFAT-SIFATNYA

a. Tekanan uap

Tekanan uap adalah gaya yang menekan dinding dimana ruangan tempat uap itu berada persatuan luas tertentu

b. Panas dan temperatur

Panas adalah suatu bentuk usaha.

Temperatur /suhu adalah derajat panas dari suatu benda perpindahan panas, akan terjadi bila ada perbedaan temperatur banyaknya panas yang dipindahkan.

c. Panas jenis adalah pertambahan panas suatu benda tiap kg berat setiap suatu temperatur.

d. Berat jenis dan volume jenis

Berat jenis adalah berat suatu benda tiap satuan volume benda tersebut

Volume jenis adalah volume benda tersebut tiap satuan berat.

e. Keadaan uap.

1. Uap jenuh adalah uap yang mempunyai tekanan tertinggi pada suhu tertentu

2. Uap basah adalah campuran uap jenuh dengan air atau uap yang masih mengandung beberapa bagian air
3. Uap panas lanjut adalah uap yang tekanannya tidak sebanding dengan suhunya, atau uap yang suhunya lebih tinggi dari suhu uap jenuh pada tekanan yang sama.

II.3 RENDEMEN KETEL

Panas pembentukan uap adalah panas yang diperlukan untuk pembentukan uap mulai dari pengisian ketel dengan temperatur tertentu sampai pada terbentuknya uap dalam keadaan tertentu.

$$Q \text{ uap} = S(I - W) \text{ kJ/jam}$$

S = Kapasitas produksi uap kg/jam

I = Enthalpie uap kJ/ kg uap

W = Enthalpie air pengisian ketel

Panas yang tersedia adalah panas yang timbul dari pembakaran bahan bakar didalam dapur.

$$Q \text{ tersedia} = B \times NP$$

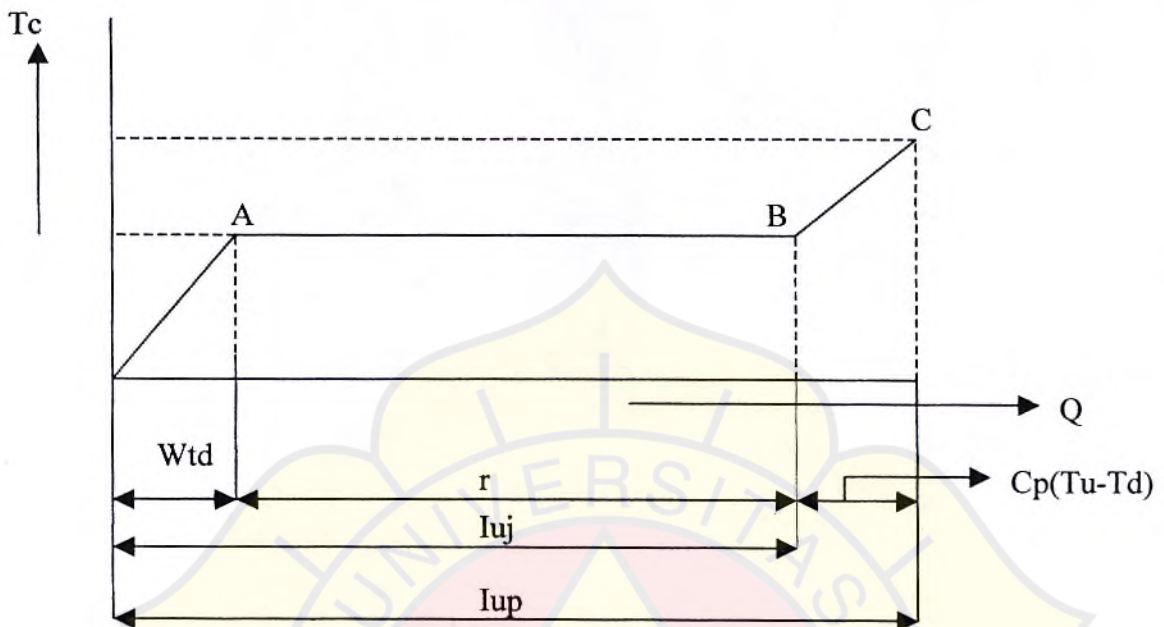
Dimana: B = Pemakaian bahan bakar per jam

NP = Nilai panas bahan bakar

Rendemen ketel adalah perbandingan antara panas yang diperlukan untuk pembentukan uap dengan panas yang tersedia.

$$\text{Rendemen ketel} = \frac{S(I - W)}{B \times NP} \times 100\%$$

II.4 PERUBAHAN FASE AIR DALAM KETEL UAP



Perubahan Fase adalah perubahan wujud air menjadi uap melalui batasan-batasan tertentu

- A = Permulaan penguapan
- B = Akhir penguapan
- W_{td} = Enthalpie air pada temperatur t_d
- I_{uj} = Enthalpie uap jenuh
- I_{up} = Enthalpie uap panas lanjut
- C_p = Panas jenis uap pada tekanan konstan
- T_u = Temperatur uap
- T_d = Temperatur didih

Mula-mula air dipanaskan sampai temperatur didih dan menjadi uap.

Dalam grafik temperatur t_d (titik A)

Enthalpie air adalah:

- Panas yang terkandung oleh 1 kg air pada temperatur $t^{\circ} \text{C}$ dihitung dari 0°C
- Panas yang dilepaskan 1 kg air yang didinginkan dari $t^{\circ} \text{C}$ menjadi 0°C

Selama mendidih temperatur tetap (t_d) sehingga seluruh air habis menguap. Selama proses penguapan ini jumlah panas yang dibutuhkan adalah (r) kJ/kg. Panas ini disebut panas penguapan.

Panas penguapan adalah :

Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan 1 kg air pada temperatur didihnya.

Uap jenuh adalah :

Uap yang temperaturnya sama dengan temperatur didihnya dan kalau didinginkan akan mengembun.

Uap panas lanjut adalah:

Bila uap jenuh dipanaskan lagi (lihat grafik)

Ciri-ciri sebagai berikut:

- Temperatur uap lebih tinggi dari temperatur uap jenuh
- Bila didinginkan tidak mengembun.

II.5 PERPINDAHAN PANAS DALAM KETEL

Didalam ketel perpindahan panas terjadi dengan cara:

- a. Radiasi/ pancaran
- b. Konveksi/ aliran
- c. Konduksi/ hantaran

a). Perpindahan panas secara radiasi/ Pancaran

Perpindahan panas secara radiasi atau pancaran adalah panas antara suatu benda ke-benda yang lain dengan jalan melalui gelombang-gelombang elektro magnetis tanpa tergantung kepada ada atau tidaknya media atau zat diantara benda yang menerima pancaran panas tersebut.

Semua zat-zat yang memancarkan panasnya (molekul-molekul api atau zat gas asap), intensitas radiasi thermisnya atau kuat pancaran panasnya tergantung dari temperatur zat yang memancarkan panas tersebut.

Bila pancaran panas menimpa sesuatu benda atau bidang, sebagian dari panas pancaran yang diterima benda tersebut, akan dipancarkan kembali (re-radiated) atau dipantulkan (reflected), dan sebagian yang lain dari panas pancaran tersebut akan diserapnya.

Adapun banyaknya panas yang diterima secara pancaran Q_p berdasarkan rumus dari Stephan-Boltzman adalah sebesar:

$$Q_p = C_z \cdot F \cdot [(T_{api} : 100)^4 - (t_{benda} : 100)^4] \text{ kJ / jam}$$

C_z = Konstan pancaran dalam kilo Joule / $m^2 \cdot \text{jam} \cdot K^4$ atau Watt/ $m^2 \cdot K^4$

Adapun besarnya C_z antara lain ditentukan oleh:

- keadaan permukaan bidang yang dipanasi, kasar, halus
- bahan benda yang dipanasi : tembaga, aluminium, dll
- warna bidang benda yang dipanasi:hitam, abu-abu, putih, dll

F = Luas bidang yang dipanasi

T = Temperatur thermodinamis dalam Kelvin

Untuk perhitungan-perhitungan dalam ketel uap

$$C_z = 16,75 \text{ kJ} / \text{m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{K}^4 = 4,65 \text{ Watt} / \text{m}^2 \cdot \text{K}^4$$

b). Perpindahan panas secara konveksi / aliran

Perpindahan panas secara konveksi/ aliran adalah perpindahan panas yang dilakukan oleh molekul-molekul suatu fluida (cairan atau gas). Molekul-molekul fluida tersebut dalam gerakannya melayang-layang membawa sejumlah panas masing-masing q joule.

Bila gerakan molekul yang melayang-layang disebabkan karena perbedaan temperatur didalam fluida itu sendiri, maka perpindahan panasnya disebut konveksi bebas (free convection) atau konveksi alamiah (natural convection)

Bila gerakan molekul-molekul akibat kekuatan mekanis (karena dipompa/ dihembus dengan fan), maka perpindahan panasnya disebut konveksi paksa (force convection)

Jumlah panas yang diserahkan konveksi:

$$Q_k = \alpha \cdot F \cdot (T_{\text{api}} - t_{\text{dinding}}) \text{ kJ/ jam}$$

α = Angka peralihan panas dari api kedinding ketel dinyatakan dalam kilo joule/
 $\text{m}^2 \cdot \text{K}$

F = Luas bidang yang dipanasi dalam

T = Temperatur didalam Kelvin

c). Perpindahan panas secara Konduksi/ Rambatan

perpindahan panas secara konduksi atau rambatan adalah perpindahan panas dari satu bagian benda padat ke bagian lain dari benda padat yang sama, atau dari benda padat yang satu ke benda padat yang lain karena terjadinya persinggungan fisik (kontak

phsik atau menempel), tanpa terjadinya perpindahan molekul-molekul dari benda Rpadat itu sendiri.

Di dalam dinding ketel tersebut, panas akan dirambatkan oleh molekul-molekul dinding ketel sebelah luar yang berbatasan dengan api, menuju ke molekul-molekul dinding ketel sebelah dalam yang berbatasan dengan air, uap ataupun udara.

Perambatan panas melalui benda padat menempuh jarak yang terpendek. Jumlah panas yang dirambatkan = Q_R melalui dinding ketel sebesar:

$$Q_R = \frac{\lambda}{s} F \cdot (T_{d1} - t_{d2}) \text{ kJ / jam}$$

λ = Angka perambatan panas di dalam dinding ketel kJ/ m. jam

S = Tebal dinding ketel dalam meter

F = Luas dinding ketel yang merambatkan panas dalam m^2

t_{d1} = Temp. dinding ketel yang berbatasan dengan api

t_{d2} = Temp. dinding ketel yang berbatasan dengan air, uap, udara

Temperatur dinyatakan didalam Kelvin.

Selanjutnya panas yang dibawa merambat oleh dinding ketel tersebut akan diterima oleh molekul-molekul air, uap, ataupun udara dalam keadaan mengalir/ bergerak, bukan dalam kondisi diam. Dengan demikian penyerahan panas secara koveksi dan konduksi bersama-sama melalui proses-proses sebagai berikut:

Panas dialihkan dari fluida (api atau gas asap) kepada benda padat (dinding ketel). Panas dirambatkan di dalam benda padat (dinding ketel) atau di dalam benda berlapis-lapis (jelaga – dinding ketel – kerak ketel).

Panas dialihkan dari benda padat (dinding ketel atau kerak ketel).

II.6 BAHAN BAKAR

Bahan bakar yang digunakan adalah heavy fuel oil disebabkan antara lain:

- Mudah dalam penampungannya (storage)
- Mudah ditransportasikan (dipompa)
- Mudah ditangani
- Mempunyai nilai pembakaran yang tinggi
- Komposisi kimia MFO/ heavy oil menurut (*reff 5 hal 239*) adalah sebagai berikut:

- Carbon (C)	= 85%
- Hydrogen (H ₂ O)	= 10,8 %
- Sulphur	= 3,8 %
- Oksigen	= nil
- Nitrogen	= nil
- Air	= nil
- Ash	= nil

II.7 KONSTRUKSI KETEL

Didalam sebuah ketel uap terdapat bagian-bagian yang harus menahan tekanan uap, bagian ini dibuat dengan konstruksi yang kuat untuk menahan tekanan uap tersebut dan harus dilaksanakan pekerjaannya dengan syarat-syarat tertentu sehingga betul-betul dapat menjamin bahwa bagian tersebut sanggup menahan beban-beban muatan seperti yang dialaminya pada waktu ketel uap bekerja, kekuatan bahan harus diperhitungkan sesuai dengan keadaan suhu dimana bagian tersebut mengalaminya, karena bahan akan menjadi

lemah dengan suhu yang semakin tinggi, maka dari itu pemilihan bahan dengan sifat-sifatnya yang sesuai dengan perencanaan haruslah betul-betul diteliti dan di sini dibutuhkan material sertifikat yang memberikan keterangan tentang sifat-sifat bahan yang dibutuhkan. Disamping syarat konstruksi yang harus dipenuhi pada waktu bekerja sebuah ketel uap haruslah dilengkapi dengan alat-alat pengaman yang menjamin bahwa ketel uap tersebut bekerja selalu pada keadaan yang telah diperhitungkan dalam perencanaannya.

Alat-alat pengaman ketel uap tersebut dipasang pada ketel uap dengan maksud untuk menjaga keamanan dan sebagai perlengkapan pengamanan diusahakan agar ketel uap dapat bekerja secara terus-menerus dengan aman, tanpa mengalami gangguan yang tidak diinginkan.

II.7.1 Komponen Ketel

Perlengkapan/ apendasi yang terpasang pada ketel di kapal-kapal tanker antara lain:
(reff 6 hal 5-7)

- 2 Pcs. Safety valve dengan pegas
- 1 Pc. Steam valve
- 2 Pcs. Feed valve
- 2 Pcs. Water gauge
- 1 Pc. Pressure gauge
- 1 Pc. Salinometer valve
- 1 Pc. Blow down valve
- 2 Pcs. Soot blower

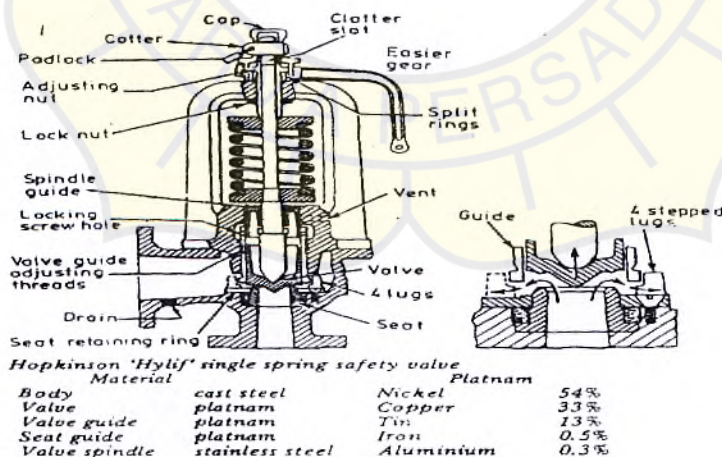
- 2 set Fuel oil burner
- 1 Pc Fire line
- 1 Pcs Air vent Valve
- 1 Pcs Circul. water valve
- 1 set Smoke indicator

II.7.2 Apendasi

Apendasi ketel dipasang dengan maksud untuk menjaga keamanan dan sebagai perlengkapan pengaman dimana diusahakan ketel uap dapat bekerja terus-menerus dengan aman tanpa mengalami gangguan yang tidak diinginkan. Apendasi ketel sebagai berikut:

a. Safety Valve

Alat ini digunakan untuk melindungi ketel dari peningkatan tekanan yang tidak diizinkan (safety valve) artinya bila terjadi tekanan lebih yang sudah ditentukan pada ketel, maka safety valve akan terbuka untuk membuang uap yang ada di dalam ketel. Lihat gambar dibawah.



Gambar 2: Safety Valve

b. Gelas penduga (Water gauge)

Alat-alat ini dibutuhkan untuk selalu mengontrol kedudukan air pada ketel secara tepat. Biasanya dipasang 2 (dua) alat penduga dan kalau gelas duga ini sukar dibaca (karena air keruh), maka masih bisa dibaca pada control room. Batasan air pada gelas penduga berada 50 mm diatas pipa-pipa air yang tertinggi dalam drum ketel. Gelas duga ini harus sering dicerat agar bila ada kotoran-kotoran bisa terbang. Lihai gambar di bawah.

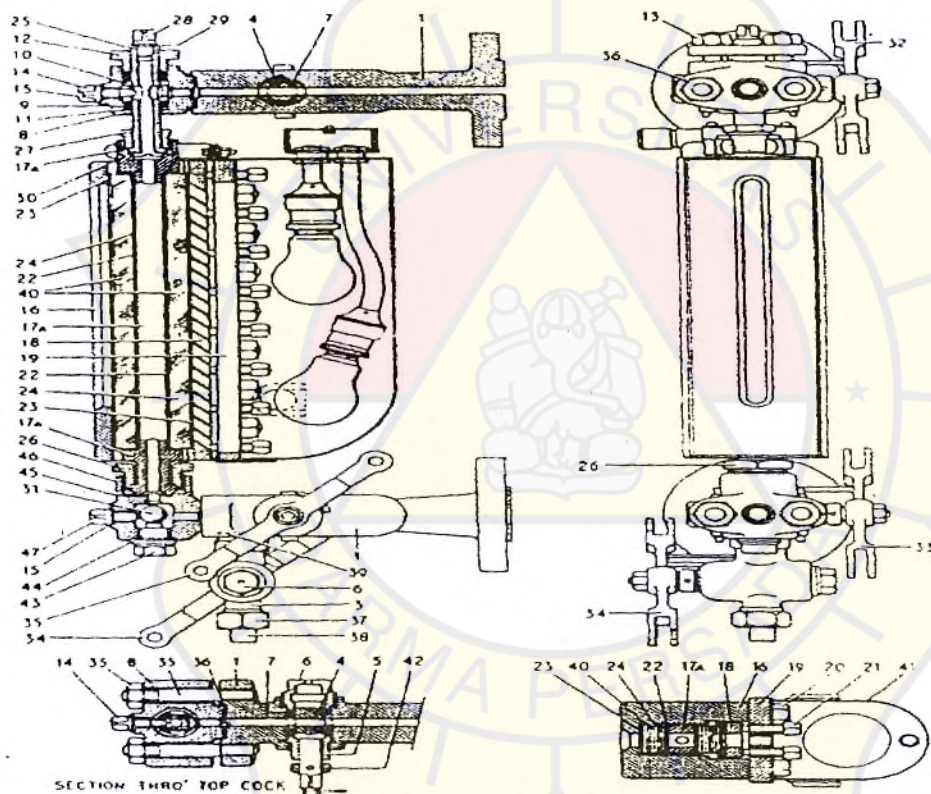


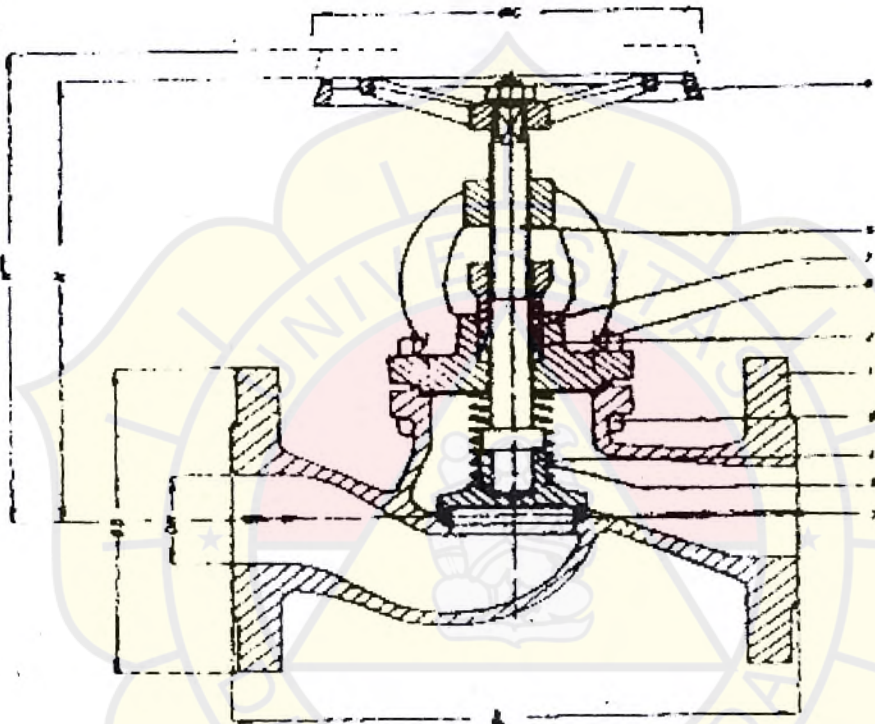
Figure 13.25 Double plate type boiler water level gauge

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 Top cock body | 17A Gauge centre piece | 33 Bottom cock handle |
| 2 Bottom cock body | 18 Gauge louvre plate | 34 Drain cock handle |
| 3 Drain cock body | 19 Gauge back plate | 35 Studs and nuts |
| 4 Plug | 20 Gauge nuts and studs | 36 Joint washer |
| 5 Neck bush | 21 Gauge setscrews | 37 Union nut |
| 6 Tightening nut | 22 Gauge glass gasket | 38 Tail pipe |
| 7 Packing sleeve | 23 Gauge glass strip | 39 Joint washer |
| 8 Stuffing box head | 24 Gauge mica-strip | 40 Glass plate |
| 9 Packing ring | 25 Gauge tube | 41 Reflector |
| 10 Lantern bush | 26 Split nut | 42 Retaining collar |
| 11 Bottoming ring | 27 Gauge-tube cap | 43 Stuffing-box plug |
| 12 Gland | 28 Tube cleaning plug | 44 Washer for above |
| 13 Gland studs and nuts | 29 Tube plug washer | 45 Joint washer |
| 14 Cleaning plug | 30 Gauge-tube washer | 46 Stuffing-box head |
| 15 Washer | 31 Shut-off ball | 47 Cleaning plug |
| 16 Gauge front piece | 32 Top cock handle | |

Gambar 3: Water gauge

c. **Katup Penutup Air Pengisi (Feed valve)**

Alat ini dibutuhkan sebagai katup pengisi air ketel dan cara pengisian ini bekerja secara otomatis bisa juga di stel secara manual bila diperlukan. Lihat gambar dibawah.



Gambar 4 : Feed Valve

Keterangan gambar:

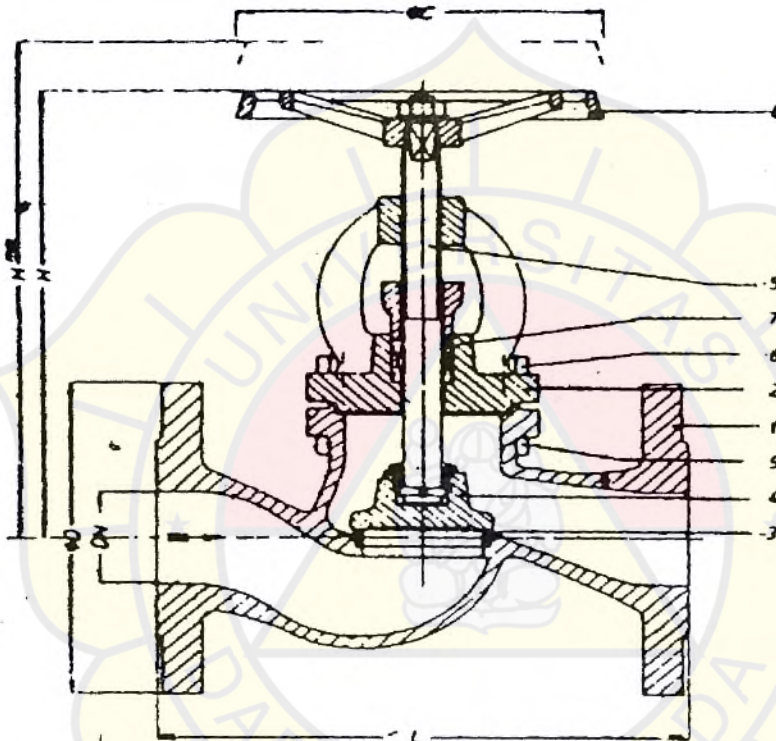
- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Body | 6. Handwheel |
| 2. Bonnet | 7. Packing |
| 3. Body seat ring | 8. Screws |
| 4. Disc | 9. Hexagon nuts |
| 5. Steam | 10. Spring |

d. **Penutup-penutup Uap (Stop Valve)**

Untuk bekerja dengan baik dan aman, saluran-saluran uap dari ketel selalu dilengkapi dengan keran penutup.

Alat-alat ini biasanya sering diganti di reparaire bila kapal melakukan docking.

Lihat gambar dibawah.



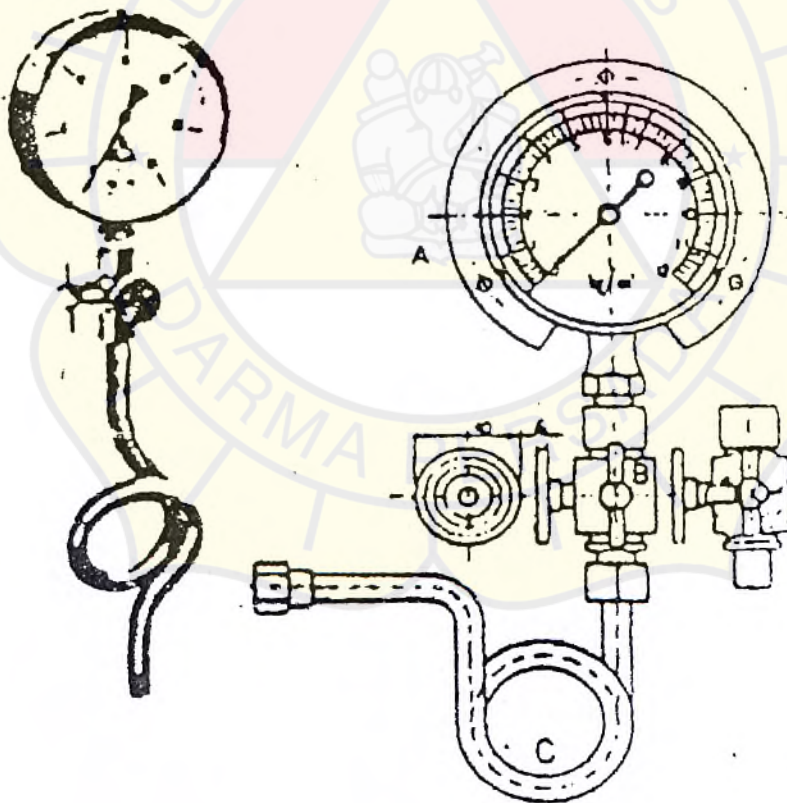
Gambar 5 : Stop Valve

Keterangan Gambar:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Body | 6. Handwheel |
| 2. Bonnet | 7. Packing |
| 3. Body seat ring | 8. Screws |
| 4. Disc | 9. Hexagon nuts |
| 5. Stem | |

e. **Petunjuk tekanan (Pressure gauge)**

Meteran-meteran ini diwajibkan selalu ditera. Sebuah tanda garis (biasanya berwarna merah) memberikan tekanan yang diizinkan. Untuk mengontrol apakah yang diberikan tekanan yang tepat, maka dipasang sebuah pelensa kontrol dengan keran simpang tiga, seperti diperlihatkan pada gambar dibawah. Pipa C yang melengkung menjamin air tinggal didalam pipa, hingga isi dalam dari meteran dilindungi dari suhu yang tinggi. Gerakan dari jarum pada umumnya di dapat dengan bantuan sebuah kuadran dengan gigi-gigi yang di koppel pada pipa Bourdon. Lihat gambar di bawah.



Gambar 6: Pressure gauge

f. Keran Tutup Kuras (Blow Down Valve)

Katup tersebut dipasang pada posisi bagian paling bawah pada drum ketel. Konstruksi dan gambar sama dengan feed valve.

Katup ini di pakai bila akan menguras air ketel, hal ini dilakukan antara lain bila : air keruh, atau air dengan kadar garam tinggi (> 300 ppm).

II.8 PERAWATAN KETEL UAP

Tujuan pokok sistem perawatan ketel uap terencana adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan terhadap pesawat tersebut yang mendadak. Perawatan yang efektif sangat membantu dalam perencanaan kerja berikutnya dengan perencanaan waktu dan material yang diperlukan. Setiap yang dioverhaul/dirawat secara periodik dan terus menerus akan diketahui kebutuhan material yang diperlukan sehingga penggantian bagian-bagian yang aus atau rusak dapat dilaksanakan sebelum kerusakan yang lebih besar terjadi.

Demikian juga bagian ketel uap, dengan dilaksanakan perawatan yang teratur dapat dilaksanakan tindakan perawatan yang lebih tepat tanpa menunggu timbulnya kerusakan yang malahan akan menimbulkan penggunaan material yang lebih besar dan mengurangi biaya perbaikan/operasional disamping hal tersebut tentunya akan meningkatkan lamanya masa pakai pada ketel uap itu sendiri.

Agar ketel selalu dalam keadaan siap operasi, maka dilaksanakan perawatan pencegahan secara berkala yaitu:

II.8.1 Perawatan Harian

a. Pengetesan air ketel, air umpan dan air condensat.

Test tersebut meliputi:

- Test nilai pH.

Untuk mengetahui tingkat keasaman / basa yang terkandung dalam air ketel sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan sedini mungkin.

- Test Alkalinity

Guna mengambil tindakan pencegahan terhadap carry over dan penurunan konsentrasi semua zat-zat padat dan silikat. Karena silikat dalam air cenderung melarut dalam uap dan konsentrasinya menjadi lebih tinggi sehingga kotoran tersebut dapat merugikan material ketel.

- Test Pospat/hardness (kesadahan)

Adalah untuk mengambil tindakan pencegahan terhadap gejala kerak.

b. Blowing Down

Flashing yang dilaksanakan setiap hari untuk membuang endapan-endapan/kotoran yang ada pada ketel uap.

c. Gelas duga.

Test cerat gelas duga, bersihkan kaca pembaca

d. Soot Blow Steam

Ruang Economiser dan ruang pipa-pipa didalam ketel uap

e. Fuel oil

Drain/Cerat Heavy Fuel Oil dan diesel oil tank.

f. Cek/Test

- Safety device instalation
- Pompa-pompa: Pengisian, condensate, bahan bakar dan transfer.
- Draft Fan
- Feed water tank dan cascade tank
- Brander/ oil burning system
- Valves Steam
- Heavy Fuel oil heater

II.8.2 Perawatan Mingguan

Pada prinsipnya perawatan mingguan masih sama dengan perawatan harian, hanya saja ada sedikit penambahan antara lain:

- a. Boiler
 - Membersihkan body ketel dan ruang sekitarnya
- b. Filter / saringan
 - Membersihkan semua filter/ saringan : bahan bakar, steam valve, dan air
- c. Brander
 - Membersihkan nozzle dan bagian dalamnya
- d. Soot blow blower
 - Membersihkan dan pemberian grease/gemuk pada roda-roda gigi dan bagian-bagian yang berputar.
- e. Pompa-pompa
 - Membersihkan dan pemberian grease/ gemuk pada semua bearing yang berhubungan dengan elektro motor/shaft kapal.

f. Valve

- Penggantian packing yang bocor dan pemberian grease

g. Blow down

- Melakukan blow down panjang / pembuangan air ketel

II.8.3 Perawatan Bulanan.

a. Water tube boiler

- Memeriksa batu tahan api melalui lubang intip.
- Memeriksa kebocoran pada boiler mounting, dan kran pipa-pipa yang kurang kedap.
- Memeriksa semua pipa dan susunan / bagian yang terikat.
- Memeriksa pembakaran / pengabutan dan nyala api yang baik.
- memeriksa saluran bahan bakar dari kebocoran.

b. Cascade tank

- Menguras dan membersihkan tangki air cascade.

II.8.4 Perawatan Triwulan.

a. Pompa-pompa

- Overhaul semua pompa: fuel oil, feed water dan transfer dengan mengganti bearing , shaft, impeller yang sudah aus.

b. Pengetesan dan perbaikan semua safety device yaitu:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| - Safety valves | - Drum water lowest |
| - Flame failure | - Primary air failure |
| - Force draft fan failure | - Combustion air failure |
| - Emergensi stop | - Steam pressure |

f) Distilled Water (Air distilat)

Air distilat adalah air produk evaporator yang mempunyai kesadahan sangat rendah (< 0,1 ppm)

g) Conductivity

Conductivity adalah besarnya daya hantar arus listrik dari suatu larutan yang berbanding lurus dengan jumlah padatan-padatan terlarut (total dissolve solid) dalam satuan micromhos.

h) Falsafah Pengolahan Air Ketel Uap (Boiler Water Treatment)

Falsafah pengolahan air ketel uap adalah penggunaan bahan kimia (additive) untuk menghindari terjadinya deposisi mineral, korosi dan carry over.

II.11 PENYEBAB TERJADINYA KERUSAKAN KETEL

Kerusakan ketel diatas kapal sering terjadi akibat adanya beberapa hal berikut ini antara lain:

- 1). Air pengisi ketel uap
- 2). Apendasi ketel / perlengkapan pengaman
- 3). Pelayanan dan perawatan ketel
- 4). Kelalaian operatornya

1). Air Pengisi Ketel Uap

Air pengisi ketel yang dipergunakan tidak memenuhi persyaratan sebagai air pengisi ketel karena tidak semua jenis air baik untuk pengisi ketel uap, disebabkan sifat-sifat air tersebut yang berbeda-beda.

2). Apendasi / Perlengkapan Pengaman

Perlengkapan pengamanan ketel yang tidak mengikuti ketentuan-ketentuan peraturan uap yang berlaku dapat membahayakan ketel termaksud tidak mengadakan pengecekan kembali atau kalibrasi pada alat-alat pengaman tertentu, seperti : Safety valve, manometer, gelas penduga, alarm system dan lain-lain.

3). Pelayanan dan Perawatan Ketel Uap

Perawatan ketel uap yang diabaikan/ perawatan yang tidak teratur dan teliti lebih dulu dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan yang lebih berat. Perawatan yang dimaksud disini ialah membersihkan bagian-bagian dari seluruh ketel seperti : burner, safety valve, draft fan, pipa-pipa air bagian luar dan bagian dalamnya serta semua alat-alat pengamannya.

4). Kelalaian Operator

Kelalaian ini merupakan permasalahan yang paling tinggi prosentasenya sampai mencapai 75% dari kerusakan-kerusakan yang terjadi, hal tersebut disebabkan oleh karena operator yang ditempatkan kurang menguasai pengetahuan tentang ketel atau kurang memiliki tanggung jawab dan disiplin yang tinggi.

- Remote emergensi stop
- Control air low pressure
- Drum water level highest
- Drum water level low
- Fuel oil inlet low pressure
- Fuel oil inlet high temperature
- Fuel oil inlet low temperature
- Burner not in position

II.8.5 Perawatan Semester.

Water tube boiler (Over Haul / survey)

- Bersihkan semua ruang gas dan pemasukan gas.
- Bersihkan ruang udara.
- Overhaul boiler mounting termasuk:
Level control safety valve, gauge glasses, main stop valve.
- Mengganti batu tahan api yang kurang sempurna.
- Membersihkan semua sisi dalam pipa air, termasuk memeriksa penyebab pitting/ kerusakan overheating.
- Membersihkan bagian atas dan intermediate drums
- Overhaul blower boiler dan bagian pengabut / pembakar.
- Overhaul semua alarm dan pemutusny, menyetel dengan tepat sesuai batas-batasnya.

II.8.6 Perawatan Tahunan.

Exhaust gas ceconomiser (Overhaul /surver)

- Melakukan survey / pemeriksaan bagian dalam economizer.
- Membuka ruang gas, membersihkan carbon-carbon yang melekat dan mengganti bagian-bagian yang aus/ rusak.

- Membongkar dan melepaskan bagian kerangan dari economizer dengan menyemprotkan air.
- Membersihkan bagian sisi dalam economizer pada heater dan paipa-pipa air, termasuk memeriksa jika ada pipa –pipa yang rusak.
- Memeriksa dan mengkalibrasi semua alat-alat petunjuk tekanan
- Overhaul semua kran dan mengganti remers packing dengan yang baru

II.9 PROSES SIRKULASI AIR DAN UAP BOILER

Hasil produk boiler (uap) dipakai antara lain untuk: turbin penggerak oil cargo pump, sebagai pemanas cargo, fuel oil dan keperluan sehari- hari. Uap sisa (steam balik) dari pemakaian mengalir ke kondensor di dalam pesawat ini fase uap di rubah menjadi cair, dan kemudian ditampung dalam tangki penampungan (cascade tank).

Di dalam tangki dipasang alat kotrol otomatis, bila dalam tangki air pengisi ketel ini kurang, maka secara otomatis pompa air pengisi akan bekerja.

Penambahan air pengisi tersebut diambil dari tangki harian air ketel (feed water boiler tank). Disekitar tangki penampungan pada umumnya dipasang 2 buah pompa turbin dan 1 emergency electric pump untuk air pengisi ketel. Selanjutnya air dari tangki penampungan dipompakan kembali kedalam ketel demikian seterusnya.

II.10 TERMINOLOGI

a) Boiler Water (Air Ketel)

Adalah sisa-sisa air penguapan dalam boiler yang merupakan akumulasi sisa-sisa mineral yang terdiri dari kumpulan elemen-elemen.

b) Blow-down

Yaitu pengeluaran sejumlah air dari dalam ketel dengan maksud mengurangi jumlah padatan-padatan terlarut (total dissolve solid) atau padatan-padatan tersuspensi (suspended solid).

c) Condensate Water (Air Kondensat)

Yaitu sejumlah air yang terbentuk dari kodensasi uap ketel, disebut juga Return Condensate Water atau air kondensat balik, kehilangan uap (steam losses) adalah penyebab utama kurangnya produk return condensate. Air ini dikumpulkan dan dikembalikan kedalam bak air pengisian untuk selanjutnya diisikan ke boiler.

d) Make Up Water (Air Umpan)

Adalah : sejumlah air produk evaporator yang ditampung kedalam tangki harian sebagai tambahan air umpan ketel (boiler feed).

e) Boiler Feed Water (air pengisian ketel)

Adalah : sejumlah air kondensat balik (condensate return) yang ditambahkan dengan beberapa bagian produk evaporator, sebagai air umpan boiler. Biasanya campuran air ini ditampung dalam sebuah tangki yang biasa disebut "Cascade Tank".