



# KETEL UAP

## ANALISA KALOR PEMBAKARAN KETEL UAP PLTU P. SICANANG - BELAWAN DENGAN BEBAN 65 MW

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas  
Dan Syarat-syarat Untuk Mencapai  
Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**M. AMINSYAH**

No. Stb. 99 813 0005



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2003**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TUGAS SARJANA  
KETEL UAP

ANALISA KALOR PEMBAKARAN  
KETEL UAP PLTU P. SICANANG BELAWAN  
DENGAN BEBAN 65 MW

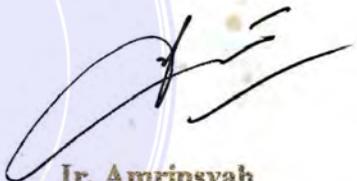
Oleh :  
M. Aminsyah  
No. Stb. 99 813 0005

Komisi Pembimbing :

Pembimbing I

Pembimbing II

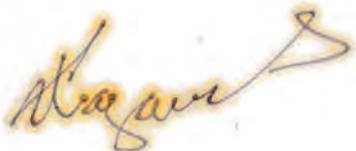
  
Ir. H. Amirsyah Nasution, MT

  
Ir. Amrinsyah

Mengetahui :

Ketua Program Studi

Dekan

  
Ir. Darianto, MSc

  
Drs. Dadan Ramdan, MEng, Sc

Tanggal Lulus : 30 Agustus 2003

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

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

---

Agenda No : 3

Diterima tanggal : 11 Maret 2003

Paraf : 

**TUGAS SKRIPSI**

Nama : M. Aminsyah  
No. Stb. : 99.813.0005  
Spesifikasi : Rancanglah suatu analisa kalor pembakaran ketel uap PLTU P. Sicanang Belawan dengan beban 65 MW.  
Perhitungan meliputi :

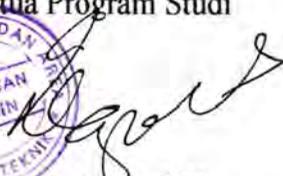
- Analisa pembakaran
- Pemilihan bahan bakar
- Alat-alat pendukung ketel
- Dan lain-lainnya

Diterima tanggal : 11 Maret 2003

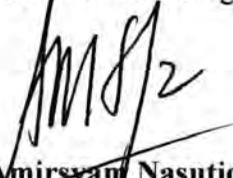
Selesai tanggal : 17 Juni 2003

Medan, 11 Maret 2003

Ketua Program Studi

  
**Ir. Dariantio, MSc.**

Dosen Pembimbing I

  
**Ir. H. Amirsyah Nasution, MT**

Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Amrinsyah**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi ini.

Adapun tugas yang diberikan kepada penulis yaitu menganalisa kalor pembakaran pada ketel uap di PLTU P. Sicanang – Belawan dengan daya yang dihasilkan generator 65 MW.

Penulis menyadari sepenuhnya tugas skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dengan demikian penulis berharap ada masukan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tugas skripsi ini.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik UMA
2. Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, MT selaku Ketua Program Studi dan Dosen Pembimbing I
3. Bapak Ir. Amrinsyah selaku Dosen Pembimbing II
4. Seluruh Dosen dan Staf di Program Studi Teknik Mesin FT UMA
5. Pimpinan dan staf PLTU P. Sicanang – Belawan
6. Ibunda dan Ayahanda serta kakanda dan adinda sekeluarga semuanya
7. Rekan-rekan alumni dan mahasiswa di Program Studi Teknik Mesin FT UMA.

Medan. Juni 2003

Penulis,



Muhammad Aminsya

Document Accepted 17/7/24

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar belakang</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Batasan masalah</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Metode pemecahan masalah</b>	<b>2</b>
<b>BAB II PEMBAHASAN MATERI</b>	
<b>2.1 Pandangan umum</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Sejarah perkembangan ketel uap</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Ketel dan bagian-bagiannya</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Sirkulasi air ketel</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Klasifikasi ketel uap</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Hubungan antara energi dan kerja</b>	<b>16</b>
<b>2.7 Diagram P-V</b>	<b>17</b>
<b>BAB III PENETAPAN SPESIFIKASI</b>	
<b>3.1 Pemilihan sistim tenaga uap</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Kebutuhan uap</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Pemilihan jenis ketel yang direncanakan</b>	<b>21</b>

<b>BAB IV</b>	<b>BAHAN BAKAR</b>	
4.1	Nilai kalor bahan bakar	24
4.2	Kebutuhan bahan bakar	25
4.3	Kebutuhan udara pembakaran	26
4.4	Analisa gas asap	28
<b>BAB V</b>	<b>PERENCANAAN KONSTRUKSI KETEL</b>	
5.1	Dapur ketel	35
5.2	Bidang pemanas	38
<b>BAB VI</b>	<b>KELENGKAPAN KETEL</b>	
6.1	Katup pengaman	43
6.2	Manometer	43
6.3	Gelas penduga	44
6.4	Pluit tanda bahaya	45
6.5	Katup penguras	45
6.6	Gate valve	46
6.7	Globe valve	46
6.8	Stream trap	46
6.9	Desuperheater	46
6.10	Burner	47
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>48</b>

## LITERATUR

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Pada masa perkembangan industri untuk mengimbangi kemajuan teknologi dewasa ini, kebutuhan energi hari demi hari terus meningkat. Untuk mengantisipasinya telah dilakukan berbagai cara, diantaranya dengan mengembangkan pembangkit listrik dengan berbagai sumber tenaga seperti tenaga gas, tenaga uap, tenaga diesel, tenaga air dan tenaga nuklir.

Berkaitan dengan masalah diatas, PLTU sebagai salah satu alternatif yang dinilai sangat sesuai dengan kebutuhan, selain biaya operasi yang relatif murah, juga dapat menghasilkan energi dengan jumlah yang sangat besar.

### 1.2. Batasan masalah

Ketel uap yang direncanakan adalah untuk kebutuhan uap pada pembangkit tenaga listrik dengan daya yang dihasilkan generator sebesar 65 MW.

Pada perencanaan ini uap jenuh hanya dihasilkan pada water wall, juga akan dibahas analisa bahan bakar dan udara untuk pengoperasian ketel uap, serta perencanaan ukuran-ukuran utama ketel uap, yaitu :

- dapur ketel

- pipa water wall

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

## BAB II PEMBAHASAN MATERI

### 2.1. Pandangan umum

Ketel uap adalah suatu kombinasi antara sistem-sistem dan peralatan yang dipakai untuk perubahan energi kimia dari bahan bakar menjadi energi termal, dan pemindahan energi termal yang dihasilkan ke fluida kerja, biasanya air, untuk dipakai pada proses bertemperatur tinggi ataupun untuk perubahan energi parsial menjadi energi mekanis dalam sebuah turbin. Dalam kebanyakan pembangkit daya moderen yang besar, sebuah ketel digunakan untuk mensuplai ke sebuah unit generator turbin uap.

Peralatan ketel terdiri dari peralatan penanganan udara, sistem penanganan bahan bakar, sistem suplai air, drum uap dan pipa, sistem gas buang dan sistem pengawasan polusi.

Bagian pemindahan panas dari suatu ketel besar terdiri dari : evaporator, super heater, reheater, pemanas mula udara dan bagian ekonomiser. Permukaan super heater, reheater dan evaporator adalah merupakan permukaan perpindahan panas primer, sedangkan permukaan panas udara dan ekonomiser disebut sebagai permukaan perpindahan panas sekunder.

Tenaga yang terkandung dalam uap dinyatakan dengan entalphi yang diperoleh dari uap proses pembakaran bahan bakar, dimana kalor dipindahkan dari bahan bakar ke air dan uap melalui pipa api dan gas asap, menembus dinding-dinding bidang pemanas.

Uap yang dihasilkan umumnya dapat digunakan untuk :

1. Menggerakkan suatu mesin pembakar luar seperti pada mesin uap dan turbin uap.
2. Proses industri , seperti pada pusat pembangkit tenaga listrik, pabrik kelapa sawit, pabrik gula dan lain-lain.
3. Untuk menghasilkan air panas, yang dapat digunakan untuk memanaskan instalasi-instalasi mensterilkan peralatan-peralatan di rumah sakit.

Proses pemindahan panas terjadi pada ketel uap adalah secara :

1. Radiasi
2. Konduksi
3. Konveksi

#### ***ad.1. Radiasi***

Pemindahan panas secara radiasi atau pancaran adalah perpindahan panas antara suatu benda ke benda lain dengan jalan melalui gelombang-gelombang elektromagnetik tanpa tergantung pada media atau zat diantara benda yang menerima pancaran panas tersebut .

Pemindahan panas secara radiasi dapat dibayangkan berlangsung melalui media berupa *aether* yaitu suatu jenis materi bayangan tanpa bobot, yang mengisi seluruh sela-sela ruangan di antara molekul-molekul dari suatu zat tertentu, ataupun di dalam

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
ruang hampa sekalipun.

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

Molekul-molekul api merupakan hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan menyebabkan terjadinya gangguan keseimbangan elektromagnetik terhadap heater tersebut. Sebagian dari panas atau energi yang timbul dari hasil pembakaran tersebut, diserahkan kepada aether, dan yang akan menyerahkan lebih lanjut melalui gelombang-gelombang elektromagnetik kepada benda atau bidang yang akan dipanasi (dinding ketel, dinding tumpu, lorong api, pipa-pipa ketel dan sebagainya).

Apabila lintasan penyerahan panas melalui gelombang-gelombang dari aether tersebut tertutup atau terhalang oleh benda lain, maka bidang yang akan dipanasi tidak akan menerima panas secara radiasi atau terhalang perpindahan panas secara pancaran. Dengan demikian bidang yang akan dipanasi hanya dapat menerima pindahan panas secara radiasi bila bidang benda tersebut dapat melihat api tersebut. Dan bila sesuatu benda atau bidang terhalang penglihatannya ke api, maka bidang tersebut tidak akan memperoleh panas secara pancaran.

## ***ad.2. Konduksi***

Perpindahan panas secara perambatan atau konduksi adalah perpindahan panas oleh suatu 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 fisik atau menempel) tanpa terjadi perpindahan molekul-molekul dinding atau dari benda padat 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 air ataupun udara.

### **ad.3. Konveksi**

Konveksi adalah perpindahan panas kepada fluida atau dari fluida yang mengalir melalui permukaan suatu benda. Jika sirkulasi yang terjadi adalah akibat perbedaan kerapatan di antara bagian yang lebih panas dengan bagian yang lebih dingin, maka disebut konveksi bebas. Sedangkan jika sirkulasi yang terjadi akibat dari kekuatan mekanis (karena dipompakan atau dihembus dengan fan), maka perpindahan panasnya disebut konveksi paksa.

Konstruksi ketel hendaknya direncanakan sedemikian rupa sehingga terjadi sirkulasi air yang cukup dan bahan ketel terutama pada bidang pemanasnya dibuat dari materil yang mempunyai konduktivitas panas yang tinggi. Hal ini akan memperbesar pemindahan panas dari gas hasil pembakaran bahan bakar ke air ketel yang berarti memperbesar produksi uap dan sekaligus memperbesar efisiensi ketel.

## **2.2. Sejarah perkembangan ketel uap**

Sudah beribu-ribu tahun manusia bersahabat dengan uap air, yaitu semenjak manusia bisa melakukan pekerjaan merebus (boiling), tetapi baru dua abad ini mereka baru menemui bagaimana cara untuk mempergunakan uap bagi kepentingan mereka.

Perkembangan ketel uap dimulai sejak ditemukan pesawat kalori (mesin uap) oleh James Watt. Tenaga yang dihasilkan tersebut dapat menggantikan tenaga manusia dan hewan untuk menjalankan pabrik tekstil saat itu di Inggris. Kemudian setelah timbulnya revolusi industri di Eropa, maka manusia berusaha untuk menggantikan pemakaian tenaga manusia dengan tenaga mekanis yang dihasilkan mesin uap, sehingga demikian pemakaian ketel uap semakin meluas dan ini dapat kita lihat dengan munculnya berbagai macam type dari ketel uap, misalnya : Cornwall, Lancashire, Locomotive dan lain-lain.

Kebutuhan akan energi mekanis tersebut meningkat dari hari ke hari sehingga para ahli berusaha mencari daya upaya untuk mengatasi hal ini, dan dibuatlah ketel uap yang serba moderen, yaitu ketel yang mempunyai kapasitas besar.

### **2.3. Ketel dan bagian-bagiannya**

Seperti yang disebut di atas bahwa ketel uap adalah suatu pesawat yang berfungsi untuk merubah fase air yang memiliki entalpi (kandungan panas) yang rendah menjadi uap dengan entalpi yang tinggi, sebelum uap yang bersangkutan digunakan untuk tujuan tertentu.

Untuk tujuan tersebut di bawah ini diuraikan beberapa alat yang dapat meningkatkan performance dari suatu ketel uap yaitu :

1. Bahan bakar, yaitu bahan yang akan menghasilkan gas asap yang mengandung energi panas yang tinggi

2. Alat pembakar, yaitu suatu alat yang mencampurkan bahan bakar dengan udara dan melakukan pembakaran.
3. Bidang pemanas atau permukaan penguap, berfungsi untuk menangkap energi panas dan energi asap dan meneruskan ke air sehingga air berubah fase menjadi uap.
4. Ruang bakar, yaitu suatu ruangan tempat berlangsungnya pembakaran bahan bakar yang menghasilkan panas untuk pembentukan uap di dalam ketel.
5. Pemisah uap, berfungsi untuk memisahkan air dari uap, air yang telah berpisah dipanaskan kembali dan uap yang telah berpisah terus mengalir ke alat pemanas selanjutnya.
6. Drum uap, berfungsi sebagai pengumpul uap, pemisah uap dan pemasukan air.
7. Cerobong asap, yaitu suatu peralatan yang berfungsi sebagai saluran pembuangan gas asap.

Beberapa peralatan tambahan yang dipasangkan pada ketel untuk tujuan peningkatan efisiensi :

1. APL (Alat Pemanas Lanjut) adalah alat yang dipergunakan agar uap yang dikeluarkan dari ketel dalam keadaan kering dan berguna untuk menaikkan efisiensi dan mencegah agar tidak terjadinya kikisan korosi dan endapan pada turbin.

2. Ekonomiser, yaitu alat yang berfungsi untuk memanaskan air sebelum dimasukkan ke dalam drum ketel, bahan pemanasnya adalah gas asap.
3. Dearator, yaitu alat yang digunakan untuk menghilangkan gas yang di dalam air pengisian ketel sekaligus untuk memanaskan air pengisian tersebut. Bahan pemanasnya adalah uap yang diekstraksi dari turbin.
4. Pemanas udara, berfungsi untuk memanaskan udara yang dimasukkan ke dalam ruang bakar.

#### 2.4. Sirkulasi air ketel

Kita misalkan bentuk sederhana dari ketel uap dari sebuah bak logam. Jika bak tadi kita panaskan dengan meletakkan sebuah pembakar gas di bawahnya, lempeng dasar logam itu akan menerima panas dari hasil-hasil pembakaran dan terutama pada tempat sumber panas. Panas itu terhantar terus melalui lempeng dasar kemudian diteruskan kepada air.

Sebelum panas yang diperoleh dari bahan bakar terus kepada air, terlebih dahulu terjadilah peristiwa tersebut di bawah ini :

- Pembakaran dari bahan bakar
- Penyerahan panas dari hasil pembakaran bahan bakar ke lempeng dasar.
- Penghantaran panas melalui lempeng dasar.

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
 PERSEPSI MEDAN AREA lempeng dasar ke air.

Apabila lempeng dasar menyerahkan panas ke air yang mula-mula menerima panas itu ialah air lapisan bawah yang menyebabkan naiknya suhu dari lapisan bawah ini, sedangkan pada saat itu suhu air lapisan atas tetap tinggal. Kini terjadi suatu peristiwa, dimana air dingin berada di atas lapisan air panas, yang berat jenisnya lebih ringan. Keadaan yang tidak mantap ini akan segera berubah menjadi lebih stabil, karena air yang lebih panas akan naik ke atas dan menyediakan tempat untuk air yang lebih dingin. Air yang baru ini kemudian akan menjadi lebih panas pula dari air lapisan atas dan akan naik pula kembali. Dengan demikian akan terjadilah arus tertaun dalam air, yang disebut sirkulasi.

Peredaran air sangat dibutuhkan untuk mempercepat pemanasan air secara keseluruhan. Pada sebuah ketel uap peredaran air yang sempurna dibutuhkan untuk dapat menaikkan suhu dingin ketel dengan teratur pula, sehingga dengan demikian kita dapat mencegah adanya tegangan-tegangan yang berbahaya dalam lempeng-lempeng ketel atau sambungan-sambungan dari lempeng-lempeng itu.

Ada dua sirkulasi air, yaitu :

1. *Sirkulasi alam*
2. *Sirkulasi paksa*

## 2.5. **Klassifikasi ketel uap**

Ketel uap pada dasarnya terdiri dari drum yang tertutup pada ujung pangkalnya

dan dalam perkembangannya dilengkapi dengan pipa-pipa api maupun pipa-pipa air.

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

Banyak orang mengklasifikasikan ketel uap tergantung sudut pandang masing-masing, yaitu :

**1. Berdasarkan fluida yang mengalir dalam pipa**, maka ketel diklasifikasikan sebagai :

*a. Ketel pipa api*

*b. Ketel pipa air*

Pada ketel pipa api, fluida yang mengalir dalam pipa adalah gas panas hasil dari pembakaran bahan bakar yang membawa energi panas, yang segera mentransferkannya ke air ketel yang berada di luar pipa atau di sekeliling pipa.

Pada ketel pipa air fluida yang mengalir dalam pipa adalah air, energi panas ditransferkan dari luar pipa ke air ketel. Dimana pipa-pipa ini dikelilingi oleh nyala dan gas panas hasil pembakaran bahan bakar.

Perbedaan yang prinsipil antara ketel api dan ketel pipa air adalah pipa-pipa pada ketel pipa api terdapat dalam drum, sedangkan pipa-pipa pada ketel pipa air ditempatkan di luar drum.

***Keuntungan dan kerugian ketel pipa api dan ketel pipa air.***

***A. Keuntungan dan kerugian ketel pipa api***

***a. Keuntungannya :***

1. Pemanasan air dalam drum dilakukan melalui pipa-pipa yang dialiri oleh fluida pemanas (gas asap) melalui lorong api, sehingga panas yang ditransferkan lebih

besar karena pipa-pipa pemanas berada dalam drum ketel, atau dengan pengertian

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta dan Waiver Undang-undang bahwa selalunya panas yang terjadi lebih sedikit.

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

2. Air di dalam drum dipanasi oleh gas asap melalui lorong api di bawah dari drum, sehingga persentase panas yang diserap lebih besar karena bidang pemanasnya lebih luas.
3. Pemakaian tempat yang lebih kecil.
4. Sistem pengoperasiannya sederhana.

*b. Kerugiannya :*

1. Pada ketel pipa api seperti disebutkan di atas, untuk mendapatkan kapasitas yang besar, maka dibutuhkan drum yang lebih besar, yang bila hal ini dilakukan maka akan ada beberapa hal yang merugikan seperti :
  - Berat keseluruhan ketel perkapasitas uap yang dihasilkan semakin besar.
  - Dibutuhkan konstruksi penyanggah yang kokoh yang tentu akan membutuhkan biaya yang lebih besar, dengan demikian tidak sebanding dengan produksi uap yang dihasilkan.
  - Semakin tebal dinding lorong api dan pipa maka semakin kecil pula perpindahan panas secara konduksi, hal ini akan menyebabkan temperatur lorong api tinggi, bila hal ini terus terjadi maka akan timbul over heating yang akan selalu diikuti dengan pecah dan meledaknya pipa.

Maka dari sini disimpulkan kapasitas uap yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan ketel pipa air.

2. Kemungkinan terjadinya kerak di dalam drum lebih besar sehingga mengakibatkan

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Kurangnya aliran panas dari gas asap ke air ketel.

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

3. Waktu start untuk menghasilkan uap lebih lama dibanding dengan ketel pipa air.

## **B. Keuntungan dan kerugian ketel pipa air**

### **a. Keuntungannya :**

1. Kapasitas uap yang dihasilkan lebih besar dengan permukaan panas yang lebih besar terbuka ke panas radiasi dari api.
2. Karena drumnya tidak terbuka ke panas radiasi dari api, maka tidak akan terjadi overheating (panas berlebihan), jadi dapat didesain untuk tekanan yang lebih besar.
3. Kebanyakan peralatan dari ketel dapat didekati untuk pembersihan, perbaikan dan inspeksi.
4. Bentuk dari ruang bakarnya adalah sedemikian rupa sehingga dapat digunakan bermacam bahan bakar tanpa membuat perubahan-perubahan, sehingga saat terjadi fluktuasi harga dari bermacam-macam bahan bakar nilai ekonomis dapat terjaga dengan memakai bahan bakar murah.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan uap lebih singkat karena pipa-pipa pada ketel pipa air berfungsi sebagai bidang pemanas utama sehingga dengan cepat dapat menaikkan temperatur air ketel.

### **b. Kerugiannya :**

1. Air pengisian ketel harus benar-benar bersih.
2. Membutuhkan sistim kontrol yang lebih lengkap dan tepat.

air terhadap pemanas, yaitu :

a. *Ketel pipa lurus (stright tube)*

b. *Ketel pipa bengkok (bend tube)*

ad.a. Ketel pipa lurus

Pada tipe ini terdapat drum atau drum-drum yang sejajar atau searah dengan bidang pemanas. Pipa-pipa pemanas dapat diperbanyak dengan memperbesar diameter drum. Keburukan sistim ini bahwa jumlah pipa yang dapat dihubungkan terbatas jumlahnya, karena diameter drum dibatasi.

ad.b. Ketel pipa bengkok

Tipe-tipe pipa bengkok lebih fleksibel dari tipe lurus. Ketel dapat dibuat lebar dan rendah, jika tinggi ruang terbatas. Ketel pipa bengkok memberikan lebih banyak bidang pemanas untuk menerima radiasi panas dari nyala api. Pipa-pipa bengkok terpasang pada drum ketel secara radial, sehingga memungkinkan lebih banyak pipa terpasang pada drum.

2. **Menurut tekanan yang dihasilkan**, maka ketel uap dibagi atas 4 (empat) bagian yaitu :

1. Low Pressure Boiler, tekanan yang dihasilkan berkisar  $8 - 13 \text{ kg/cm}^2$

2. Medium Pressure Boiler, tekanan yang dihasilkan berkisar  $22 - 39 \text{ kg/cm}^2$

3. High Pressure Boiler, tekanan yang dihasilkan berkisar  $60 - 125 \text{ kg/cm}^2$

4. Super High Pressure Boiler, tekanan yang dihasilkan di atas  $150 \text{ kg/cm}^2$

**3. Menurut kapasitas uap yang dihasilkan**, maka ketel ini dibagi atas 4 (empat)

bagian ,yaitu :

1. Small Capacity Boiler dengan kapasitas 4 - 6 ton/jam
2. Medium Capacity Boiler dengan kapasitas 10 - 75 ton/jam
3. High Capacity Boiler dengan kapasitas 100 - 420 ton/jam
4. Super High Capacity Boiler dengan kapasitas diatas 600 ton/jam

**4. Menurut jumlah ruang bakar** ,ketel ini dibagi atas 3 (tiga) tipe ,yaitu :

1. Single Furnace
2. Twin Furnace
3. Multi Furnace

**5. Menurut tipe pembakaran**, ketel dapat dibagi atas 3 (tiga) tipe ,yaitu :

1. Stocker Fired
2. Pulverized Full Fired
3. Oil or Gas Fired

**6. Menurut sistim peredaran air ketel**, ketel uap dibagi atas 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Ketel dengan peredaran alam (natural circulation)
2. Ketel dengan peredaran paksa (forced circulation)

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Ketel dengan peredaran alam

Document Accepted 17/7/24

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)17/7/24

Pada natural circulation boiler, peredaran air dalam ketel terjadi secara alami yaitu air yang ringan naik sedangkan air yang berat turun, sehingga terjadilah aliran konveksi alami. Pada umumnya ketel beroperasi secara alami.

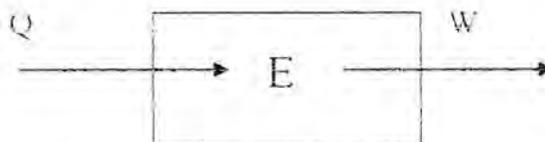
## ad.2. Ketel dengan peredaran paksa

Pada forced circulation boiler, aliran paksa diperoleh dari sebuah pompa sentrifugal yang digerakkan dengan elektrik motor. Sistem aliran paksa dipakai pada ketel-ketel yang bertekanan tinggi.

### 2.6. Hubungan antara energi dan kerja

Pada hukum termodinamika pertama menyatakan perpindahan energi dalam suatu sistem dapat berbentuk kerja/usaha dan panas. Dari hukum kekekalan energi, bila ada perpindahan energi masuk ke dalam suatu sistem maka total energi dalam sistem akan bertambah dan sebaliknya bila perpindahan energi keluar dari suatu sistem maka total energi dalam sistem akan berkurang

Hubungan antara energi dan kerja dapat digambarkan sebagai :



**Gambar 1.1 : Hubungan antara energi dan kerja**

$W$  = Kerja yang dilakukan sistem

$E_1$  = Energi tersimpan sistem pada awal proses

$E_2$  = Energi tersimpan sistem pada akhir proses.

## 2.7. Diagram P-V

Dalam termodinamika dikatakan sistem akan melakukan kerja/usaha pada perubahan keadaan bila ada penyimpangan batas dari sistem terhadap gaya-gaya luar. Bila penyimpangan jarak ( $ds$ ) searah dengan gaya  $F$ , maka kerja adalah negatif. Sebaliknya bila penyimpangan jarak  $ds$  berlawanan dengan gaya  $F$  maka kerja adalah positif, seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 1.2 : Arah gaya dan penyimpangan jarak**

Persamaan untuk kerja oleh gaya  $F$  dalam termodinamika :

$$dW = - F \cos \theta . ds$$

Pada gambar 1.2a :  $\theta = 0^\circ$  , maka  $\cos \theta = 1$ , gerak  $ds$  searah dengan gerak  $F$ , maka kerja adalah negatif atau  $dW = - F . ds$

Pada gambar 1.2b :  $\theta = 180^\circ$  maka  $\cos \theta = -1$ , gerak  $ds$  berlawanan arah dengan

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

gerak  $F$ , maka kerja positif, atau  $dW = F ds$ .

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

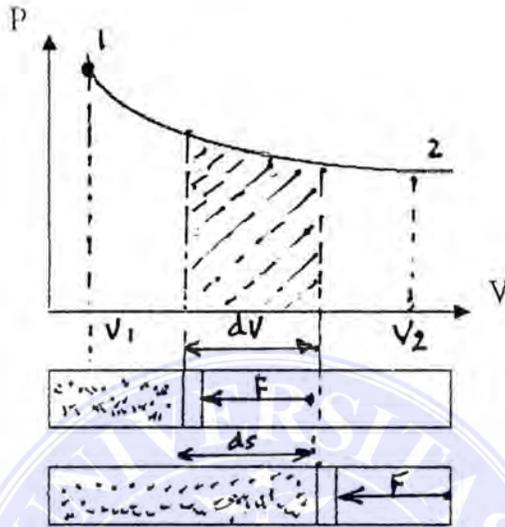
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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)17/7/24

Untuk menjelaskannya lagi, kita tinjau suatu silinder berisi gas yang dilengkapi dengan suatu piston yang dapat bergerak.



Gambar 1.3 : Diagram P-V dan kerja gas dalam silinder

Ambil gas sebagai sistem, dan permukaan yang membatasinya adalah permukaan dinding dalam dari silinder dan permukaan piston. Piston bergerak sejarak  $ds$  tekanan menyebabkan perubahan volume gas sebesar  $dV$ . Arah  $ds$  berlawanan dengan arah  $F$ , jadi sistem melakukan kerja terhadap sekelilingnya sebesar :  $dW = F.ds$

## BAB III

### PENETAPAN SPESIFIKASI

Pada perencanaan ini kapasitas ketel uap dihitung sehingga dapat mensuplai uap untuk menggerakkan turbin yang dikopel langsung pada generator.

Perhitungan kapasitas ketel uap didasarkan pada ketentuan sebagai berikut :

- Daya yang dihasilkan generator = 65 MW

- Tekanan uap keluar ketel =  $87 \text{ kg/cm}^2$

- Temperatur uap keluar ketel =  $507 \text{ }^\circ\text{C}$

#### 3.1. Pemilihan sistim tenaga uap

Instalasi PLTU yang direncanakan pada perencanaan ini adalah sistim tenaga uap dengan kondensasi dan pemanasan pendahuluan. Tujuan dari pemilihan sistim ini adalah untuk memperkecil kalor yang dibutuhkan pada proses pembuatan uap, yaitu dengan cara mengextrasikan (dikeluarkan uap dari turbin uap) sehingga entalphinya dapat dipergunakan untuk pemanasan pendahuluan air pengisi ketel.

Suatu instalasi tenaga uap pada pembangkit listrik, terdiri dari ketel uap, turbin uap tekanan tinggi, generator, kondensor, dearator dengan feed water tank, alat pemanas, tekanan rendah (LPH) dan alat pemanas tekanan.

### ***Instalasi ketel uap***

Ketel uap terdiri dari dua komponen utama, yaitu :

- Dapur (furnace), sebagai tempat mengubah energi kimia menjadi energi panas.
- Alat penguap (evaporator) yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial uap.

Kedua komponen tersebut diatas telah dapat untuk berfungsinya sebuah ketel uap.

1. Alat Pemanas Udara (APU) atau air heater.
2. Alat Pemanas Mula (APM) atau dearator.
3. Alat Pemanas Lanjut (APL) atau super heater.
4. Cerobong asap (Chimney).
5. Alat pemanas air pengisi ketel (Ekonomizer).
6. Alat pertolongan ketel (Apadansi).

### **3.2. Kebutuhan uap**

Dari kondisi-kondisi uap yang telah ditentukan sebelumnya, maka kebutuhan uap dapat diketahui dengan menghitung massa alir uap ke dalam turbin uap dengan mempergunakan rumus di bawah ini :

$$860 \cdot Ne$$

$$G = \text{-----}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

$G$  = massa alir uap ke dalam turbin (kg/dtk)

$N_e$  = Daya yang dihasilkan generator (KW)

= 65000 KW

$H_i$  = penurunan kalor (kkal/kg)

$\eta_{mt}$  = efisiensi mekanis

= 0,98

$\eta_g$  = efisiensi generator

= 0,96

### 3.3. Pemilihan jenis ketel yang direncanakan

Dasar perhitungan dalam pemilihan jenis ketel uap adalah kapasitas uap. Dari perhitungan terdahulu diperoleh kebutuhan uap sebesar 268 ton uap/jam.

Ketel uap yang memenuhi persyaratan untuk memproduksi uap sebesar 211 ton uap/jam dengan tekanan sebesar 87 kg/cm<sup>2</sup>, adalah jenis ketel uap Pancaran (Radiant boiler). Spesifikasi uap yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Jenis = Ketel Pancaran (Radiant boiler), sirkulasi alam.

Pabrik pembuat = Sulzer AG, Swiss.

Kapasitas = 211 ton uap/jam.

Tekanan uap = 87 kg/cm<sup>2</sup>.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Temperatur uap = 507 °C.

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)17/7/24

## BAB V

### PERENCANAAN KONSTRUKSI KETEL

#### 5.1. Dapur ketel

Perencanaan ruang bakar (dapur) tergantung pada :

- Kondisi operasional prinsip
- Prinsip perpindahan panas
- Jenis bahan bakar
- Kapasitas uap yang dihasilkan

Bagian-bagian yang dibahas pada ruang bakar ini adalah sebagai berikut :

- Ukuran-ukuran utama ruang bakar
- Temperatur ruang bakar

##### *ad.1. Ukuran-ukuran utama ruang bakar*

Ukuran-ukuran utama ruang bakar dapat dihitung setelah terlebih dahulu menghitung volume ruang bakarnya. Volume ruang bakar dapat dicari dengan rumus :

$$V = \frac{W_f \cdot LHV \cdot \eta_f}{HRV} \quad (m^3)$$

$$V = \text{volume ruang bakar } (m^3)$$

$W_f$  = konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan

$$= 10186,19 \text{ kkal/kg}$$

HRV = laju yang dihasilkan pada pembakaran bahan bakar di dalam dapur

$$= (15000 \div 50000) \text{ Btu/ft}^3 \text{ h}$$

$$= (15000 \div 50000) \cdot 8,899 \text{ kkal/m}^3 \text{ jam}$$

$$= (133485 \div 444950) \text{ kkal/m}^3 \text{ jam}$$

$$= 267890,38 \text{ kkal/m}^3 \text{ jam (direncanakan)}$$

$$\eta_f = \text{efisiensi dapur } (0,90 \div 0,97)$$

$$= 0,97 \text{ (direncanakan)}$$

Sehingga

$$V = \frac{18219,77 \cdot 10186 \cdot 0,97}{267890,38}$$

$$= 672 \text{ m}^3$$

Dalam hal ini direncanakan ukuran-ukuran dapur sebagai berikut :

- Panjang dapur (P) = 8 m

- Lebar dapur (L) = 6 m

Maka tinggi dapur (T) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{V}{P \cdot L} = \frac{672}{8 \cdot 6} = 14 \text{ m}$$

### Ad.2. Temperatur ruang bakar

Temperatur teoritis pembakaran pada ruang bakar diperoleh berdasarkan rumus sebagai berikut ..

$$T_i = \frac{Q_f + Q_{APl} + Q_{hb}}{W_f + V_g + C_p}$$

dimana :

$T_i$  = temperatur teoritis pembakaran

$W_f$  = berat pemakaian bahan bakar

$$= 18219.77 \text{ kg/jam}$$

$V_g$  = volume gas asap

$$= 12.556 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$C_p$  = panas jenis gas asap

$$= 0.396 \text{ kkal/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$$

$Q_f$  = panas yang diberikan oleh pembakaran bahan bakar

$$= W_f \cdot LHV \cdot \eta_f$$

$$= 10186,19 \text{ kkal/kg}$$

$\eta_f$  = efisiensi dapur

$$= 0,97$$

## 5.2. Bidang pemanas

Bidang pemanas ialah bidang yang menerima panas dari nyala api atau dari gas asap bekas pembakaran pada ruang bakar secara radiasi, konveksi dan konduksi. Bidang pemanas pada perencanaan ketel uap ini adalah :

- Pipa dinding air (water wall)
- Super heater
- Ekonomiser
- Alat Pemanas Udara (APU)

### 5.2.1. Pipa dinding air (water wall)

Water wall adalah bidang pemanas yang langsung berhubungan dengan ruang bakar, dimana water wall berfungsi untuk merubah fasa air dari drum menjadi fasa uap satu rasi.

Untuk mengetahui perpindahan panas pada water wall, maka terlebih dahulu direncanakan pemilihan bahan dan ukuran-ukuran dari pipa water wall. Sebelum

M. Amingsyah, Analisa Kalor Pembakaran Ketel UAP BLTU P. Sianang  
menghitung ukuran-ukuran dari pipa water wall terlebih dahulu dilakukan pemilihan bahan.

#### A. Pemilihan bahan dinding pipa air (water wall)

Pemilihan bahan pipa water wall berpengaruh pada kemampuan pipa pada tekanan dan temperatur, serta ukuran-ukuran pipa. Dari data-data teknik diperoleh bahwa bahan yang digunakan untuk pipa, diambil dari ASME 1956 POWER BOILER CODE, yaitu bahan seamless steel pipa A 53 : Grade A, pada temperatur water wall  $(-20 \div 650) ^\circ\text{F}$ , diperoleh Allow Able Stress (SAA) = 12000 Psi

$$= 834,88 \text{ kkal/cm}^3$$

#### B. Ukuran-ukuran pipa water wall

Untuk mengetahui luas bidang pemanas water wall yang menyerap panas dari pembakaran bahan bakar pada ruang bakar, maka terlebih dahulu dihitung ukuran-ukuran pipa.

Diameter dari water wall ini umumnya berkisar antara  $(60 \div 80)$  mm. Untuk memperbesar tingkat penyerapan panas dari ruang bakar, biasanya pipa-pipa water wall dilengkapi dengan sirip-sirip yang umumnya mempunyai ketebalan 12,5 mm dan lebar 25 mm.

### C. Analisa kekuatan bahan

Untuk mengecek kembali kekuatan bahan pipa water wall, maka perlu dianalisa ukuran-ukuran pipa dengan Scedule Numbers (NS). Nomor Daftar atau Scedule Numbers (NS) adalah :

$$NS = \frac{1000 \cdot P}{S_a}$$

dimana :

NS = scedule numbers

P = tekanan dalam pipa

$$= 90 \text{ kg/cm}^2$$

S<sub>a</sub> = allowable stress

$$= 834,88 \text{ kg/cm}^2$$

maka :

$$\begin{aligned} NS &= \frac{1000 \cdot 90}{834,88} \\ &= 106,65 \end{aligned}$$

Untuk hal ini diambil nomor daftar (NS) lebih besar, sesuai dengan yang ada dalam tabel NS = 160. Dengan mengambil ukuran nominal 2,5", sehingga didapat ukuran-ukuran pipa sebagai berikut :

$$2,875" = 73,025 \text{ mm}$$

- Tebal pipa ( $t_m$ ) =  $0,375'' = 9,525 \text{ mm}$

- Diameter dalam ( $D_i$ ) =  $(73,025 - 2 \cdot 9,525) = 53,975 \text{ mm}$

### 5.2.2. Alat pemanas uap lanjut

Super heater adalah untuk memanaskan uap saturasi menjadi uap panas lanjut, dimana uap harus bebas dari butiran-butiran air. Keuntungan dan alasan dari pemakaian super heater :

- Untuk menggerakkan sudu turbin diperlukan uap kering, karena apabila uap basah yang dipergunakan akan merusak sudu-sudu turbin tersebut.
- Uap super heater pada tekanan konstan (isobar), mempunyai entalpi yang lebih besar dibandingkan dengan uap basah, sehingga mempunyai daya yang lebih besar dengan efisiensi thermal yang lebih besar.

Super heater yang direncanakan terdiri dari dua tingkat super heater, yaitu :

- Low Temperatur Super heater (LSH)
- High Temperatur Super heater (HSH)

Dengan pemakaian super heater dua tingkat, temperatur uap masuk turbin dapat diatur. Jika temperatur uap naik, maka temperatur dapat diturunkan dengan mem-bypass-kan uap dari drum langsung ke HSH, artinya uap dari LSH dicampur dengan uap dari drum pada desuperheater.

### 5.2.3. Ekonomiser

Ekonomiser adalah suatu alat (perlengkapan) ketel yang digunakan untuk memanaskan air pengisian ketel sebelum dimasukkan ke dalam drum ketel. Tujuan dari penggunaan ekonomiser adalah untuk menaikkan efisiensi ketel.



## BAB VI KELENGKAPAN KETEL

Untuk menjamin ketel uap bekerja pada kondisi kerja yang aman, serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja maka perlu dilengkapi dengan dengan alat-alat apedensi ketel.

Sesuai dengan undang-undang ketel uap atau peraturan uap tahun 1930 telah ditetapkan apedensi dengan syarat-syarat tertentu

Yang termasuk apedensi ketel yaitu antara lain :

### 6.1. Katup pengaman (safety valve)

Katup pengaman gunanya untuk membatasi tekanan kerja maximum dari ketel. Katup ini dilengkapi dengan pegas yang dapat diatur tekanannya dan distel sesuai dengan tekanan dalam drum ketel.

Bila tekanan uap dalam drum naik, maka pegas akan tertekan naik ke atas sehingga katup terangkat ke atas dan uap keluar dari drum ketel. Setelah tekanan normal kembali maka pegas menarik kembali dan uap berhenti keluar.

### 6.2. Manometer (pressure gauge)

Manometer gunanya adalah untuk menyatakan tekanan uap yang bekerja di dalam ketel, sehingga tekanan yang terjadi di dalam ketel dapat dikontrol setiap saat. Manometer yang digunakan pada perencanaan ini adalah *manometer Buordon*.

Manometer Bourdon terdiri dari sebuah pipa yang melengkung dan berpenampang elips, dimana penampang ujungnya tertutup dan satu terbuka dan dihubungkan dengan tekanan yang diukur. Bagian yang tertutup dihubungkan dengan roda gigi berputar, sehingga jarum penunjuk berputar. Biasanya antara ketel dan manometer dipasang pipa yang mengandung air guna melindungi pipa Bourdon yang terbuat dari kuningan, sehingga pembacaan tidak dipengaruhi oleh suhu uap.

### 6.3. Gelas penduga

Gelas penduga berfungsi untuk menunjukkan tinggi rendahnya permukaan air di dalam drum ketel. Ketel yang dirancang ini letaknya tinggi, maka untuk memudahkan operator memeriksa ketinggian air ketel digunakan suatu alat penduga jarak jauh. Gelas penduga A dipasang pada drum ketel, sedangkan B dipasang pada ruangan operator.

Gelas B dan tabung pengimbang diisi dengan cairan berwarna merah yang tidak dapat bercampur dengan air. Di atas cairan merah pada gelas penduga B terdapat kolom air yang selalu terisi air, yaitu air yang berasal dari kondensasi uap, diatas cairan merah dalam tabung pengimbang terdapat kolom air yang permukaannya selalu sama dengan permukaan air di dalam drum ketel.

#### 6.4. Pluit tanda bahaya

Pluit ini gunanya untuk menyatakan bahwa tinggi permukaan air di dalam drum telah berkurang dari keadaan normal. Jenis pluit tanda bahaya yang digunakan pada ketel uap ini adalah *pluit bahaya Black*.

Alat ini terdiri dari tabung yang bagian atasnya dilengkapi dengan pluit. Lubang dari pluit ini disumbat oleh paduan yang mudah lebur.

Bagian bawah tabung ini digunakan oleh sebuah pipa dengan sebuah ruangan air pada drum dan tercelup hingga batas minimum air yang diperbolehkan. Tabung pipa diisi dengan air sampai penuh sehingga desakan uap tertahan oleh air di dalam pipa.

Jika air di dalam drum berkurang melewati batas minimum, maka air di dalam pipa akan turun ke bawah dan uap akan naik ke atas pipa pluit dan meleburkan sumbat serta meniupkan pluit ketika uap keluar.

Tanda inilah yang menyatakan bahwa air di dalam drum ketel telah berkurang sampai batas minimum.

#### 6.5. Katup penguras (Blow down valve)

Katup penguras berguna untuk saluran pembuangan lumpur yang terdapat dalam drum ketel pada waktu operasi, sehingga berfungsi mencegah terjadinya karang ketel.

## **6.6. Gate valve**

Gate valve ditempatkan pada saluran uap induk yang gunanya adalah untuk membuka dan menutup saluran dari ketel ke turbin uap.

## **6.7. Globe valve**

Globe valve dipasang sesudah gate valve, gunanya untuk memastikan penutupan uap tanpa ada yang bocor lagi. Hal ini penting sekali dilakukan terutama dalam keadaan darurat, misalnya adanya kerusakan pada turbin uap. Saat dilakukan perbaikan harus dipastikan bahwa aliran uap tidak lagi dari ketel.

## **6.8. Stream trap**

Stream trap digunakan untuk mengeluarkan uap yang telah berubah fasa menjadi kondensat secara otomatis tanpa mengakibatkan perubahan pipa-pipa saluran uap. Dengan perkataan lain stream trap merupakan katup yang dapat menahan uap, dan dapat melewatkan air ke kondensate maupun udara dari peralatan stream trap.

## **6.9. Desuperheater**

Desuper heater gunanya untuk mengatur temperatur uap sebelum masuk ke turbin. Jika temperatur uap naik maka hal ini dapat diturunkan dengan mem-by pass-kan sebagian uap dari drum langsung ke high superheater , artinya uap dari low superheater dicampur dengan uap dari drum sebelum masuk ke high super heater. Sehingga dengan percampuran itu maka temperatur akan turun. Adakalanya campuran

tersebut kurang mampu menurunkan temperatur high superheater, untuk itu air dari saluran sebelum ekonomiser ditambah ke high superheater.

### 6.10. Burner

Burner gunanya untuk mencampur minyak dengan udara pembakaran dan sekaligus membakarnya dengan menggunakan api dari electric igniter yang dipasang pada mulut burner.



## BAB VII

### KESIMPULAN

Dalam ketel uap pada umumnya terjadi proses sebagai berikut :

- pemindahan secara pancaran dan atau konveksi dari nyala api dan gas panas kepada dinding ketel dan pipa-pipa api.
- panas ini mengalir melalui hantaran dari sisi dinding yang menerima panas ke sisi dinding yang memberi panas.
- kemudian panas ini dengan cara konveksi diserahkan kepada air ketel yang mengalir.

Hal mana perpindahan panasnya tergantung dari :

- waktu
- selisih suhu rata-rata antara benda yang memberi panas dan benda yang menerima panas dan dari cara terjadinya pengaliran panas.
- besarnya luas yang dipanaskan
- tebal dari dinding pemisah
- bahan dari dinding pemisah
- sifat dari benda yang memberi panas dan benda yang menerima panas.
- kecepatan dari benda yang memberi panas terhadap benda yang menerima panas

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

Ketel uap diperlukan di semua industri, baik industri kimia, tekstil maupun industri mekanik lainnya serta pembangkit listrik tenaga uap. Prinsip bekerjanya ketel uap adalah memanaskan air dalam suatu bejana dan setelah mendidih air itu akan menguap, uap itulah yang kita harapkan dari ketel uap untuk proses-proses berikutnya dalam suatu industri. Dimana uap itu digunakan sebagai pemanas, pencuci dan penggerak mesin.

Bentuk ketel uap umumnya berupa tabung bulat lonjong yang terbuat dari baja plat, dalam hal memilih ketel kita harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- kapasitas ketel sehubungan dengan kebutuhan uap yang akan kita pakai.
- tekanan yang diperlukan sehubungan dengan suhu yang diinginkan.
- jenis bahan bakar yang akan digunakan
- kualitas dari air pengisi ketel
- ongkos pembelian, pemeliharaan dan produksi.

## LITERATUR

1. de Bruijn, I.A; Muilwijk, L. *Ketel Uap* , Pen. Bharata Karya Aksara , Jakarta 1982
2. Djokosetiarjo, M.J. *Ketel Uap* , Penerbit PT.Pradnya Paramita , Jakarta 1989.
3. Holman, JP. *Perpindahan Kalor* , Edisi 6 , Penerbit Erlangga , Jakarta 1989.
4. Shyaklin. P. *Turbin Uap* , Penerbit Erlangga , Jakarta 1990.
5. Daryanto. *Dasar-dasar Teknik Teksin* , Penerbit Rineka Cipta , Jakarta 1993.
6. ...., *Termodinamika*, Jasa Pendidikan dan Pelatihan PT PLN , Jakarta 1997
7. ...., *Pengoperasian Ketel*, Jasa Pendidikan dan Pelatihan PT PLN, Jak- 1997