

**ANALISA PEMAKAIAN UAP UNTUK KEBUTUHAN
PRODUKSI PENGOLAHAN KAYU GELONDONGAN
MENJADI KAYU LAPIS**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana

Oleh

TROMBO BARUS
NIM. 00 813 0019



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2005**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

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



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

Jl. Kolam No 1 Medan Estate Telp. 7357771. 73668778 Medan

JUDUL : ANALISA PEMAKAIAN UAP UNTUK KEBUTUHAN
PRODUKSI PENGOLAHAN KAYU GELONDONGAN
MENJADI KAYU LAPIS
NAMA : TROMBO BARUS
NIM : 008130019
JURUSAN : TEKNIK MESIN



Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Tugiman K. MT)

(Ir. Husin Ibrahim)

Menyetujui

Dekan

Ka. Program Studi

(Drs. Dadan Hamdan M.Eng. Ms)

(Ir. Dariantio, MSc)

Tanggal Lulus : 9/7/05

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puja dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan waktu dan kesempatan kepada penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini berjudul “ANALISA PEMAKAIAN UAP UNTUK KEBUTUHAN PRODUKSI PENGOLAHAN KAYU GELONDONGAN MENJADI KAYU LAPIS”. Disusun untuk melengkapi tugas Sarjana oleh setiap Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area (UMA).

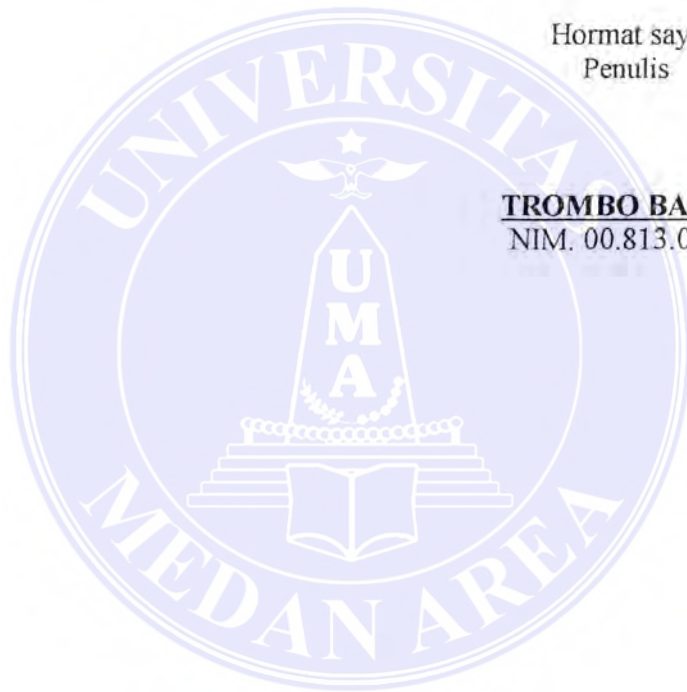
Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin dan berkat bantuan semua pihak, maka tugas akhir ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M, Eng, MSc, selaku Dekan fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Darianto MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Tugiman K, MT, selaku Pembimbing I dalam penulisan skripsi ini
4. Bapak Ir. Husin Ibrahim, selaku Pembimbing II dalam penulisan skripsi ini
5. Semua staf pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area
6. Keluarga yang telah banyak memberikan bantuan moril maupun materil dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan ataupun ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini, baik dari segi penyampaian maupun dalam segi pembahasannya. Dalam kaitan ini dengan tulus penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun. Tulisan kecil ini saya mempersembahkan kepada kedua orang tua saya serta saudara – saudara tercinta.

Semoga ilmu yang penulis miliki dapat disumbangkan kepada Nusa dan Bangsa.

Hormat saya
Penulis



TROMBO BARUS
NIM. 00.813.0019

RINGKASAN

PT. Djipta Rimba Jaya Medan merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Pabrik Pengolahan Kayu Gelondongan dengan menggunakan pemakaian uap, dimana pemakaian uap tidak berforman dalam mengurangi beban manusia.

Sesuai dengan pengertian ketel uap bahwa suatu unit mesin peralatan yang dapat menghasilkan uap dengan kapasitas besar secara terus menerus pada kondisi (tekanan dan temperatur) tertentu akibat pemanasan titik air bahan bakar. Di dalam ketel uap fluida yang digunakan adalah air karena air mudah di peroleh dimana – mana dan jumlahnya banyak, air netral, air mengikuti termodinamika dan air tidak beracun dan tidak terbakar.

Maka tugas akhir ini berisikan mengenai perencanaan ketel uap jenis pipa air yang meliputi pipa waterwall, pipa backpass, pipa superheater, pipa APU, drum dan juga cerobong asap, perhitungan – perhitungan di dalam tugas akhir ini tidaklah secara mendetail. Selain perhitungan bagian – bagian utama ketel yang direncanakan skripsi ini juga memperhitungkan mengenai kebutuhan bahan bakar, gas asap yang terbentuk dan juga mengenai ruang bakar.

ABSTRACT

PT. Djipta Rimba Jaya Medan is a company which runs its business in the field of Log Processing factory using steam, in which the utilization of steam does not perform in decreasing human burden.

According to the meaning of steam kettle, a unit of machine which can produce steam with a high capacity is continuously in a certain condition (pressure and temperature) as a result of the heating of water point of the fuel. In the steam kettle, the fluid used is water because water is easily obtainable everywhere in a high quantity, neutral water, water following thermodynamics, and non poisonous and non-flammable water.

This final assignment contains the planning of steam kettle of water pipe type, including waterwall pipe, backpass pipe, superheater pipe, APU pipe, drum, and chimney. The calculations in this final assignment are nor in details. Besides the calculations of the planned main components of the kettle, this thesis also calculates the requirement of fuel, formulated smoke gas, and combustion space.



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

Jl. Kolam No 1 Medan Estate Telp. 7357771. 73668778 Medan

TUGAS

NAMA : TROMBO BARUS
NIM : 008130019
JUDUL : ANALISA PEMAKAIAN UAP UNTUK KEBUTUHAN
PRODUKSI PENGOLAHAN KAYU GELONDONGAN
MENJADI KAYU LAPIS

Analisalah sebuah sistem ketel uap dan lengkapi dengan gambar – gambar kerja sebagai berikut :


- ⇒ Spesifikasi Data Survey di PT. Cipta Rimba Djaya
- ⇒ Analisa – analisa Uap
- ⇒ Kapasitas, Pembakaran, Drum Ketel
- ⇒ Perhitungan Detail
- ⇒ Pemeriksaan Operasional Ketel

Diberikan pada tanggal : 2005

Selesai tanggal :


Medan, 2005

Disetujui Oleh
Ketua Jurusan Mesin



(Ir. Darianto. MSc)

Dosen Pembimbing



(Ir. Tugiman K. MT)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
SPESIFIKASI	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II KERANGKA TEORITIS	5
2.1. Teori Dasar Ketel Uap	5
2.2. Kapasitas Dan Drum Ketel	14
2.3. Ketel Dan Bahan Bakar	17
2.4. Proses Pembakaran	20
2.5. Kebutuhan Uap Untuk Pemakaian Produksi	23
2.6. Cerobong Asap Dan Dinding Dapur	31
2.7. Pemeriksaan Operasional Ketel	34
BAB III METODELOGI PENELITIAN	36
3.1. Tahapan Persiapan	36

3.2. Referensi	36
3.3. Survey Lapangan	36
3.4. Pengajuan Proposal	36
3.5. Seminar	37
3.6. Pengumpulan Data	37
3.7. Analisa Perhitungan	37
3.8. Sidang	37
3.9. Penyelesaian Laporan	37
BAB IV ANALISA PERHITUNGAN	39
4.1. Perhitungan Ketel Uap	39
4.2. Perhitungan Alat Pemanas Udara	46
4.3. Perhitungan Perencanaan Cerobong Asap	55
4.4. Perhitungan Pipa Waterwall, Backpass dan Down Comer	59
4.5. Perhitungan Kolor Untuk Pipa – Pipa	65
4.6. Perhitungan Temperatur untuk Pipa – pipa	69
4.7. Perhitungan Thermal Stress	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran	77



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

Jl. Kolam No 1 Medan Estate Telp. 7357771. 73668778 Medan

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : Trombo Baru
 Nim : 008130019
 Judul : Analisa Pemakaian Uap Untuk Kebutuhan
 Produksi Pengolahan Kayu Gelondongan Menjadi
 Kayu Lapis
 Dosen Pembimbing I : Ir. Tugiman K. MT
 Dosen Pembimbing II : Ir. Husin Ibrahim
 Tanggal Mulai Bimbingan :
 Tanggal Selesai Bimbingan :

No	Tanggal Asistensi Bimbingan	Pembahasan Mengenai pada bab	Paraf Dosen pembimbing	Ket
1.	11 - 8 - 04	Perhatikan sistematisa penulisan dan lengkapi data dari hasil survey.	<i>[Signature]</i>	
2.	25 - 8 - 04	Lanjutkan tinjauan pustaka dan perhatikan kerangka teoritis.	<i>[Signature]</i>	
3.	08 - 9 - 04	Pembakaran dan drum atau kapasitas ketel.	<i>[Signature]</i>	
4.	22 - 9 - 04	Perhatikan analisa perhitungan uap dan proses kerja pemakaian produksi.	<i>[Signature]</i>	
5.	06 - 10 - 04	Lengkapi instalasi pemipaan dan mesin pompa kerja.	<i>[Signature]</i>	
6.	27 - 10 - 04	KCC diseminarkan	<i>[Signature]</i>	

Diketahui,
 Ketua Jurusan Teknik Mesin
 Fak Teknik UMA

(Ir. Dariantio MSc)

Disetujui,
 Pembimbing I

(Ir. Tugiman K. MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

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)18/7/24



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

Jl. Kolam No 1 Medan Estate Telp. 7357771. 73668778 Medan

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : Trombo Barus
Nim : 008130019
Judul : Analisa Pemakaian Uap Untuk Kebutuhan
Produksi Pengolahan Kayu Gelondongan Menjadi
Kayu Lapis
Dosen Pembimbing I : Ir. Tugiman K. MT
Dosen Pembimbing II : Ir. Husin Ibrahim
Tanggal Mulai Bimbingan : 09-12-2004
Tanggal Selesai Bimbingan : 10-03-2005

No	Tanggal Asistensi Bimbingan	Pembahasan Mengenai Pada Bab	Paraf Dosen Pembimbing	Ket
1.	09-12-04	Tugas harus sudah dgn judul.		
2.	13-01-05	Batasan masalah & proposal.		
3.	10-03-05	ace ditunjukkan		

Diketahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fak. Teknik UMA

(Ir. Darianto, MSc)

Disetujui
Pembimbing II

(Ir. Husin Ibrahim)

PENDAHULUAN

Untuk menyelesaikan tugas akhir adalah merupakan bagian dari kurikulum wajib bagi penulis yang dilaksanakan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik dalam program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Melalui tugas akhir ini diharapkan penulis mendapatkan pengetahuan tentang analisa pemakaian uap pada mesin-mesin pengolahan kayu lapis di Djipta Rimba Djaya yang nantinya dapat dipahami sejauh mana data-data yang didapat sehingga nantinya menambah dan meningkatkan isi tugas akhir yang lebih bagus. Dalam melaksanakan tugas akhir ini penulis di bimbing oleh dosen pembimbing untuk memberikan gagasan dan masukan kepada penulis tentang hal-hal yang berhubungan dengan pelaksanaan tugas akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan dengan kemajuan teknologi yang makin berkembang, hal ini terlihat dengan dirancangnya berbagai mesin – mesin canggih dengan pengolahan kayu lapis dengan pemakaian uap di setiap mesin. Dimana pemakaian uap tidak sangat performan dalam mengurangi beban kerja manusia.

Negara indonesia merupakan negara yang sedang berkembang di bidang pembangunan bidang industri yang menghasilkan mutu yang berkualitas tinggi akibat pemakaian uap disetiap mesin produksi.

1.2. Perumusan Masalah

Pembangunan industri tersebut meliputi pembangunan sebuah ketel uap untuk pemakaian pada setiap produksi. Disini uap pada pemakaiannya berperan penting karena uap dapat dipakai pada industri ini. Di pakai uap kering yaitu uap yang keten hasil panas uap, sehingga mengandung banyak peranan untuk pengolahan kayu lapis tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Kegiatan tugas akhir ini merupakan kesempatan bagi penulis untuk dapat memperoleh gelar Sarjana Teknik dan mengembangkan diri dengan ilmu yang diperoleh dari penarikan kampus untuk dapat diaplikasikan secara nyata dimasyarakat luas. Dengan kata lain penulis mencocokkan hasil teori hasil teori yang telah di dapat dengan praktekkan di lapangan, sehingga bila kelak menyelesaikan studi pada bangku kuliah daapt beradaptasi dengan lingkungan pekerjaan yang ada.

Peksanaan tugas akhir ini khususnya pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area, bertujuan untuk :

- ❖ Mengetahui dan mengetahui permasalahan lapangan kerja secara langsung serta aplikasi teori-teori yang telah di peroleh dibangku kuliah.
- ❖ Berlatih bekerja disiplin dan bertanggung jawab sebagai seorang karyawan
- ❖ Dapat memperoleh keterampilan dalam hal penguasaan pekerjaan
- ❖ Meneliti masalah-maalah yang timbul dilapangan
- ❖ Mendapat data sebagai landasan penyusunan tugas akhir

Yang mana tugas akhir ini membahas tentang kayu gelondongan di jadikan kayu lapis dan penulis menganalisa pemakaian uap-uap ketel pada mesin-mesin pengolah.

1.4. Manfaat Penelitian

Di samping itu juga, ada tugas akhir ini dapat memberikan suatumasukan bagi penulis dan manfaat dalam pembentukan, seperti suatu kegunaan kegiatan.

A. Bagi Penulis

- ❖ Meningkatkan dan memperluas serta memantapkan kemampuan penulis sebagai bekal untuk memasuki pemahaman-pemahaman kerja sesuai dengan program studi yang di pelajari.
- ❖ Meningkat, memperluas dan memantapkan proses penyerapan teknologi baru di lapangan bagi penulis sendiri.
- ❖ Memperoleh masukan dan umpan balik guna memperoleh dan mengembangkan kesesuaian pendidikan kampus.

B. Bagi Jurusan/Fakultas

- ❖ Memperluas memperjelas pengenalan jurusan Teknik Mesin.
- ❖ Memperat hubungan kerja sama antara pihak perusahaan dengan pihak jurusan/fakultas.

1.5. Batasan Masalah

Bertitik tolak dari kasus yang dicipta pada lingkungan yang telah memproduksi kayu gelondongan menjadi kayu lapis, maka disini penulis membatasi masalah hanya

pada sebuah mesin-mesin pemakan uapnya. Dan membahas bagian-bagian pipa waterwall, pipa backpass juga drum juga atas dan bawah ketel selain itu tidak lupa cerobong asapnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Garis-garis besar dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II KERANGKA TEORITIS

Bab ini menguraikan tentang pengertian ketel uap, klasifikasi ketel uap, kebutuhan uap dan nilai kalor.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang pengambilan judul skripsi, referensi, survey lapangan, penjualan proposal, seminar, pengumpulan data, analisa perhitungan serta bidang.

BAB IV ANALISA PERHITUNGAN

Bab ini menguraikan tentang perhitungan-perhitungan di dalam ketel uap di pabrik pengolahan kayu gelondongan menjadi kayu lapis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang diberikan pada perusahaan.

BAB II

KERANGKA TEORITIS

2.1. Teori Dasar Ketel Uap

A. Pengertian Umum Ketel Uap

Ketel uap berasal dari kata “boiling” yang berarti sama dengan “merebus”, sehingga boiler dapat diartikan sebagai suatu pesawat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas uap. Uap yang dihasilkan ketel mempunyai temperatur dan tekanan yang lebih besar dari udara luar sesuai dengan yang direncanakan, sehingga uap tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan antara lain :

- Pembangkit tenaga (power plant)
- Proses pemanasan / perebusan (heating/boiling)
- Dan kombinasi dari kedua hal diatas.

Konstruksi Ketel uap berhubungan dengan sifat – sifat yang dimiliki oleh air, terutama uap serta peristiwa yang terjadi pada pembentukan uap. Naiknya temperatur air terjadi karena adanya panas yang diberikan nyala api (gas asap) terhadap air melalui dinding – dinding ketel yang berisikan langsung air.

Akibat pemberian panas yang secara terus menerus, maka akan membentuk gelembung – gelembung uap yang akan naik keatas permukaan air, hal ini adalah akibat perbedaan berat jenis antara uap air dengan air.

Selanjutnya air turun. Begitulah sirkulasi secara terus menerus selama pemberian bahan bakar masih berlangsung. Uap yang terbentuk pada Ketel uap umumnya adalah sebagai berikut :

1. Uap Basah
2. Uap Kering

1. Uap Basah

Uap basah adalah uap yang masih bercampur dengan bintik – bintik air dengan kadar yang kurang 100 % ($x < 1$), dengan perkataan lain penguapan tidak sempurna dan panas laten tidak semua di serap.

2. Uap Kering

Uap kering adalah uap yang tidak mengandung bintik – bintik air lepas, dan kadar uap adalah 100 % ($x = 1$) dan seluruh panas laten habis diserap. Akibat pembakaran bahan bakar di dalam dapur ketel, maka akan timbul kalor, dan kalor inilah yang akan memanaskan air di dalam pipa – pipa water wall. Pemindahan kalor ini ada 3 (tiga) cara yaitu :

- Radiasi : yaitu proses perpindahan panas melalui suatu ruangan yang diteruskan oleh gelombang – gelombang elektromagnetik dari suatu benda bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah
- Konduksi : yaitu proses perpindahan panas antara benda padat dengan benda padat secara bersinggungan langsung.
- Konveksi : yaitu proses perpindahan panas dengan perantaraan zat cair (udara panas) dengan benda padat.

B. Fungsi Ketel Uap

Ketel uap berfungsi sebagai pesawat konversi energi yang mengkonversikan energi kimia (potensial) dari bahan bakar menjadi energi panas dan memindahkan energi – energi panas ke fluida kerja air sehingga merubah menjadi energi potensial uap. Pada umumnya Ketel uap terdiri dari 2 (dua) komponen utama yaitu :

1. Dapur sebagai alat untuk mengubah energi kimia menjadi energi panas.
2. Alat penguapan (evaporator) yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial uap.

Kedua komponen di atas telah dapat untuk memungkinkan sebuah Ketel uap berfungsi, sedangkan komponen – komponen lainnya adalah :

1. Cerobong asap dengan sistem tolak gas asapnya yang memungkinkan dapur berfungsi secara efektif.
2. Sistem pemipaan seperti pipa – pipa api pada Ketel pipa api dan pipa – pipa air pada ketel pipa yang memungkinkan sistem pengantar kalor yang efektif antara api atau gas panas dengan air ketel.
3. Sistem pemanasan uap lanjut, sistem pemanasan udara pembakaran serta sistem pemanas pengisi air ketel I, berfungsi sebagai alat untuk menaikkan efisiensi ketel. Supaya Ketel uap beroperasi dengan aman, maka adanya sistem pengaman yang disebut Apendasi.

C. Klasifikasi

Berdasarkan Ketel uap yang dipakai sebagai tenaga penggerak terdiri dari drum tertutup pada ujung pangkalnya dan pada perkembangan di

lengkapi dengan jenis pipa air dan pipa api. Secara umum Ketel uap dapat diklasifikasikan dalam beberapa golongan sebagai berikut :

I. Berdasarkan Fluida Yang Mengalir di Dalam Pipa

- **Ketel Pipa Api (Fire Tube Boiler)**

Dimana fluida yang mengalir di dalam pipa adalah gas nyala (hasil pembakaran) yang membawa energi panas (thermal energy) dan memindahkannya ke air ketel melalui bidang pemanas.

Tujuan pipa – pipa api ini adalah untuk memindahkan distribusi panas kepada air ketel dan biasanya ketel api di pakai pada kebutuhan uap dengan kapasitas kecil.

Adapun jenis Ketel uap pipa api yang termasuk golongan ini adalah :

- Ketel Carnwell dan ketel Lancashire
- Ketel Schots dan ketel Schots Kembar
- Ketel Kombinasi antara Silinder Api, Lorong Api dan Pipa Api serta Pipa Uap beserta variasinya
- Ketel Lokomotif dan Lokomobile
- Ketel – ketel Tegak, Ketel Cochran dan variasinya.

- **Ketel Pipa Air (Water Tube Boiler)**

Dimana fluida kerjanya adalah air, energi di transferkan dari luar pipa (yaitu ruang dapur) ke air ketel melalui bidang pemanas.

Ketel pipa air umumnya di pergunakan pada kebutuhan uap dan tekanan yang besar, yang termasuk ketel pipa air ini adalah :

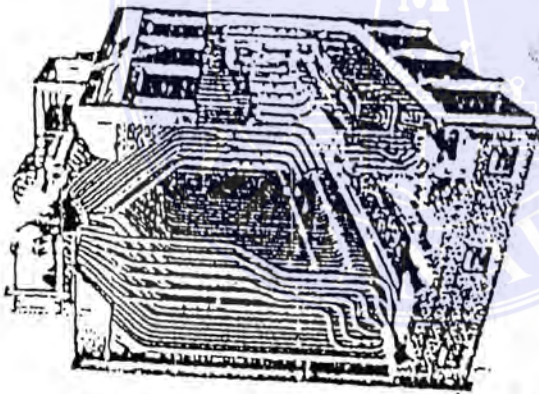
- Ketel Babcock dan Wicox
- Ketel Lamont
- Ketel Yarrow
- Ketel Benson

2. Berdasarkan Pemakaiannya

- Ketel Stationer (Ketel Tetap)

Adalah ketel yang ditempatkan di atas pondasi yang tetap. Biasanya ketel jenis ini dipergunakan untuk pembangkit tenaga dengan kapasitas yang besar. Yang termasuk ke dalam jenis ini adalah :

- Ketel Babcock
- Ketel Wilcox



Gbr. Ketel Stationer

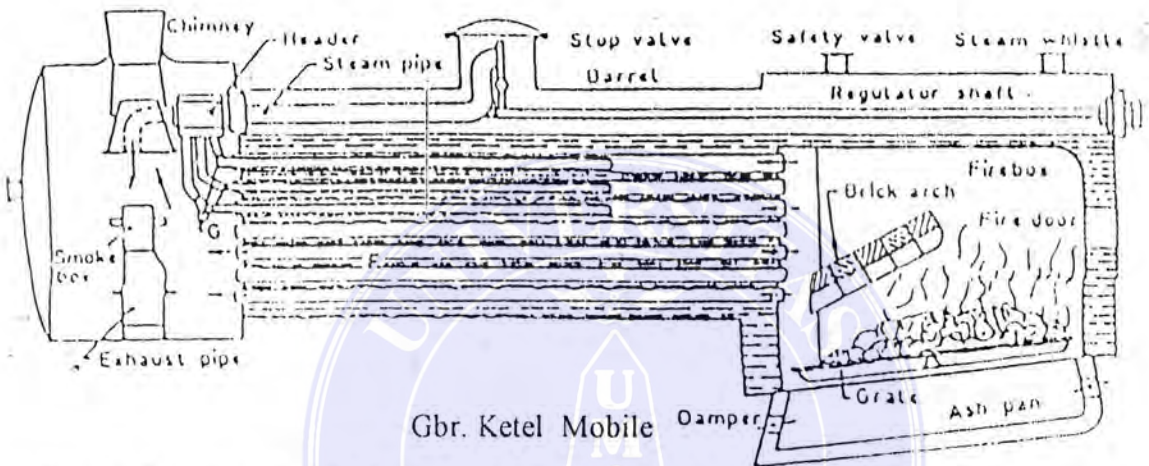
- Ketel Mobile (ketel yang berpindah – pindah)

Adalah ketel yang dipasang pada pondasi yang berpindah – pindah.

Biasanya ketel seperti ini di pasang / dipakai untuk alat transformasi

dan tenaga yang dihasilkan relatif kecil. Yang termasuk ke dalam jenis ketel ini adalah :

- Ketel Lokomotif
- Ketel Mobile
- Ketel Kapal (Machine Boiler)



Gbr. Ketel Mobile

3. Berdasarkan Letak Dapurnya (Furnace Position)

Berdasarkan pada letak dapurinya maka ketel uap dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

- Ketel uap dengan pembakaran di dalam (Internal Combustion steam Boiler)

Dalam hal ini pembakaran terjadi pada bagian dalam Ketel uap tersebut. Kebanyakan sistem pembakaran ini terdapat pada ketel pipa api, contoh :

- Ketel Schots
- Ketel Lokomotif
- Ketel Lokomobile

- Ketel uap dengan pembakaran di luar (Outternal Combustion steam Boiler)

Dalam hal ini pembakaran terjadi pada bagian luar Ketel uap, tetapi kebanyakan yang memakai sistem pembakaran luar adalah jenis ketel pipa air. Contoh ketel dengan pembakaran di luar adalah :

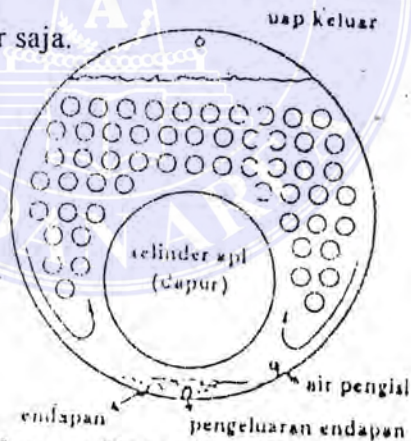
- Ketel Hawdan Jhonson
- Ketel Clarskin
- Ketel Vickers

4. Berdasarkan Jumlah Lorongnya (Boiler Tube)

Ketel diklasifikasikan atas beberapa jenis sebagai berikut ini :

- Ketel dengan Lorong Tunggal (Single Tube Steam Boiler)

Dimana pada ketel ini hanya terdapat satu lorong saja, apakah itu lorong api ataupun lorong air saja.



Gbr. Ketel Lorong Tunggal

- Ketel dengan Lorong Ganda (Multi Tube Steam Boiler)

Pada ketel jenis ini terdapat pipa baik pipa air maupun pipa api yang kegunaannya memanaskan bidang pemanas.

5. Berdasarkan Poros Tertutup Drum (Shell)

Ketel jenis ini diklasifikasikan atas :

- Ketel Tegak (Vertikal Steam Boiler)

Contohnya adalah :

- Ketel Clarkson
- Ketel Cochran

- Ketel Mendatar (Horizontal Steam Boiler)

Contohnya adalah :

- Ketel Charnish
- Ketel Lancashire

6. Berdasarkan Bentuk Dan Letak Pipa

Ketel uap diklasifikasikan atas beberapa jenis seperti di bawah ini :

- Ketel dengan pipa lurus, bengkok dan berlekuk – lekuk (Straight, bent, and sinoustubular heating surface)
- Ketel dengan pipa miring datar dan miring tegak (horizontal inclined or vertical tubuler heating surface)

7. Berdasarkan Peredaran Air Ketel

Ketel uap dapat diklasifikasikan atas :

- Ketel dengan peredaran alam (Natural Circulation steam Boiler)

Dimana peredaran air di dalam ketel jenis ini terjadi secara alamiah.

Dimana air yang ringan naik sedangkan air yang berat turun. Hal ini

terjadi akibat perbedaan berat jenisnya maka terjadilah aliran konveksi alami. Umumnya ketel beroperasi secara alami, seperti pada :

- Ketel Lanchashire
- Ketel Babcock
- Ketel Wilcox
- Ketel dengan aliran paksa (Forced Circulation Steam Boiler)

Dimana aliran paksa ini diperoleh dari sebuah pompa sentrifugal yang digerakkan dengan elektromotor, misalnya sistem aliran paksa dipakai pada ketel – ketel yang bertekanan tinggi seperti pada :

- Ketel Lamonth
- Ketel Benson Boiler
- Ketel Lacffer Boiler
- Ketel Velcom Boiler

8. Berdasarkan Pada Sumber Panasnya (Heat Surface) untuk Pembuatan Ketel

Ketel uap ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Ketel uap dengan bahan bakar padat
 - Batu bara
 - Kayu
 - Cangkang kelapa
 - Dan serabut kelapa sawit
- Ketel uap dengan bahan bakar gas
 - Liquid Natural Gas (gas alam cair = LNG)

- Liquid Petroleum Gas (gas hasil sampingan dari pengelolaan minyak bumi = LPG)
- Ketel uap dengan bahan bakar cair seperti
 - Solar
 - Residu
 - Korosine
- Ketel uap dengan tenaga penggerak bahan bakar nuklir
 - Uranium 2235 (U 235)
 - Uranium 236 (U236)

2.2. Kapasitas Dan Drum Ketel

A. Kapasitas Ketel Uap

Kapasitas uap ketel dapat dihitung jika mengetahui laju perpindahan kalor total dari gas asap ke air dan kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan air pada tekanan kerja ketel tersebut.

Untuk menghitung kapasitas uap yang dihasilkan dapat dipergunakan hubungan – hubungan di bawah ini :

$$D = \frac{Qt}{(h_v - h_w)} m^3 / \text{Jam}$$

dimana :

D : Laju pembentukan uap (m^3/hour)

Qt : Laju perpindahan kalor total pada ketel (Kcal/hr)

h_v : Entalphi uap yang dihasilkan (Kcal/hr)

h_w : Entalphi air masukkan ketel (Kcal/hr)

Perhitungan entalpi penguapan air ketel berfungsi untuk

- Untuk mempermudah perhitungan sebelumnya. Untuk hal ini kita mengambil beberapa idealisasi sebagai berikut :
 - Aliran uap air stationer
 - Temperatur uap masuk dan uap keluar seragam disemua titik.
 - Air adalah zat yang kompressible
 - Penguapan terjadi tepat pada garis uap penuh

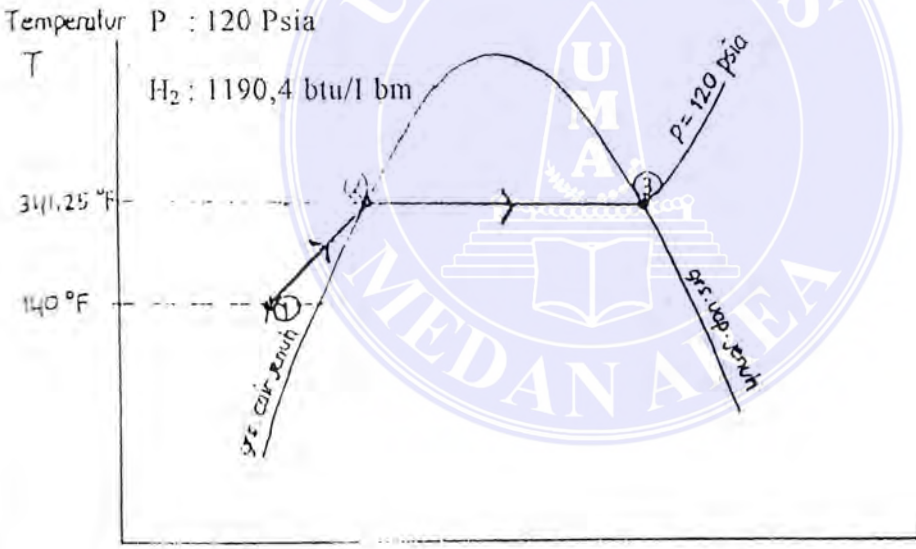
Proses penguapan air ketel dapat dilihat pada gambar. Tingkat keadaan yang telah ditentukan adalah :

- Tingkat keadaan 1
Dimana air masukan ketel mempunyai temperatur yang besarnya sekitar 60°C atau 140°F .
- Tingkat keadaan 2
Dimana uap keluar dari ketel pada tekanan (P) sekitar 120 Psia. Uap penuh pada penentuan harga entalpi pada tingkat keadaan 1 (TK 1) dapat dihitung dengan cara yang ditempuh Reynold (Literatur 4 hal. 259 – 260) yaitu bertitik tolak dari tingkat keadaan 2 (TK 2) keadaan cair penuh. $P = 120$ Psia, karena kita bergerak sepanjang garis tekanan konstans, maka :

$$h_1 + h_2 = C (T_1 - T_2)$$

Berdasarkan Appendix 4-7, besar - besaran thermodinamis yang diperlukan pada tingkat keadaan diatas dapat diterangkan sebagai berikut :

- Tingkat keadaan I
Air sub dingin pada
T : 140⁰ F
P : 120 Psia
- Tingkat keadaan II
P : 120 Psia
T₂ : 341,25⁰ F
H₂ : 312,44 btu/l bm
- Tingkat keadaan III



Gbr. Diagram proses Penguapan Air Ketel Entropi, s

B. Drum Ketel

Drum ketel ini berfungsi sebagai tempat mengumpul uap basah dan di samping itu juga sebagai tempat air ketel. Direncanakan jenis tempat plat yang digunakan adalah carbon steel plate dengan spesifikasi ASME A-35. drum ketel yang digunakan dua buah drum yaitu drum atas dan drum bawah.

Drum ini dihubungkan oleh pipa – pipa backpass, pada drum atas level air adalah sepertiga diameter drum sedangkan dua pertiganya adalah sebagai tempat pengumpul uap basah, drum bawah penuh dengan air dan juga berfungsi sebagai tempat pengumpul kotoran – kotoran yang bisa dibuang sewaktu – waktu.

Sebelum dibentuk diameter drum ini maka terlebih dahulu dianalisa kapasitas air untuk :

- Pipa – pipa water wall
- Pipa – pipa back pass
- Header water wall
- Drum atas
- Drum bawah

Untuk mengubah air menjadi uap diasumsikan adalah selama 35 menit, sehingga dapat dikatakan saat itu kapasitas air sama dengan kapasitas uap.

2.3. Ketel Dan Bahan Bakar

A. Pemeriksaan Effisiensi Ketel

Effisiensi ketel merupakan suatu perbandingan kalor yang diterima air dan uap air di dalam ketel terhadap kalor yang dikandung bahan bakar. Tidak semua kalor yang dikandung oleh bahan – bahan bakar dapat dimanfaatkan seluruhnya untuk memanaskan air dan uap air sebagian dari jumlah kalor tersebut yaitu kalor yang tidak dapat di manfaatkan disebut kerugian pada ketel.

1. Kerugian – kerugian yang terjadi pada ketel meliputi atas :

- Kerugian pada cerobong (Q_A)
- Kerugian karena pembakaran yang tidak sempurna (Q_u)
- Kerugian karena pancaran (Q_{ST})
- Kerugian yang tidak dapat dihitung (Q_B)
- Kerugian kalor yang ikut pada kotoran / slag (Q_w)

Kerugian gas asap yang keluar dari cerobong (Q_A) kerugian terbesar yang terjadi pada ketel akibat temperatur gas asap yang keluar dari cerobong lebih tinggi dari temperatur udara di luar cerobong

2. Pemilihan Jenis Ketel

Dalam pemilihan jenis ketel yang digunakan untuk proses pemakaian kebutuhan produksi, pengelolaan kayu gelondongan menjadi proses pembuatan papan lapis dan sebagai pembangkit tenaga listrik ini didasarkan atas tekanan dan kapasitas ketel, dimana tekanan kapasitasnya cukup besar, masing – masing :

$$P_o = 21 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{sk} = 30 \text{ ton/jam}$$

Maka dipilih :

- Jenis Ketel : Ketel pipa air
- Jenis Ketel : Bend Tube Boiler 2 drum
- Jenis bahan bakar : Padat yaitu = kayu meranti

B. Nilai Kalor Bahan Bakar

Nilai kalor bahan adalah banyaknya panas di peroleh pada pembakaran sempurna dari @ kg bahan bakar, dimana kandungan air bahan bakar masih dalam bentuk cair serta energi panas yang dihasilkan adalah kkal/jam. nilai kalor bahan bakar ada 2 (dua) jenis yaitu :

- Nilai Kalor atas (Hight Heating Value atau HHV)

Yaitu banyaknya kalor yang diperoleh pada pembakaran sempurna bahan bakar dengan memperhatikan panas kondensasi uap air.

- Nilai kalor bawah (Lower Heating Value atau LHV)

Yaitu banyaknya kalor yang dihasilkan pada pembakaran sempurna bahan bakar tanpa menghitung panas kondensasi uap air.

1. Bahan bakar ketel

Pada pemilihan bahan bakar untuk ketel uap ini haruslah ditinjau beberapa hal antara lain :

- Bahan bakar mencukupi (kwantitas)
- Nilai kalor bahan bakar harus mencukupi untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan.
- Bahan bakar mudah diperoleh

Dari uraian tersebut diatas maka bahan bakar yang digunakan adalah kayu meranti yaitu sisa kayu pemotongan dan pembubutan (pengupasan) dari bahan baku papan lapis atau plywood.

2. Pemeriksaan bahan bakar

Bahan bakar ketel uap adalah kayu sisa dari pengolahan kayu untuk papan lapis, dalam hal ini akan kita tinjau apakah bahan bakar mencukupi sehingga proses pengoperasian ketel dapat berlangsung secara terus menerus. Dari perhitungan terdahulu telah diperoleh bahwa volume kayu sisa yang tidak dapat diproses adalah sebanyak 11,2 % atau

$$\begin{aligned} V_{ks} &= 11,2 \% \times 58,48 \text{ m}^3 / \text{jam} \times 950 \text{ kg/m}^3 \\ &= 6.222 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Jadi bahan bakar yang tersedia untuk melayani ketel uap adalah 6.222 kg/jam, sedangkan bahan bakar yang dibutuhkan adalah 5,580 kg/jam dalam hal ini bahan bakar sudah mencukupi untuk melayani ketel.

2.4. Proses Pembakaran

Pembakaran adalah suatu proses yang terjadi antara beberapa unsur yang dikandung bahan bakar direaksikan dengan oksigen dari udara. Untuk terjadinya pembakaran diperlukan 3 (tiga) syarat yaitu :

- Bahan bakar
- Oksigen dengan jumlah yang cukup
- Suhu pembakaran yang tinggi

Dalam pembakaran ini bahan bakar akan bereaksi dengan oksigen sehingga menimbulkan panas dan gas asap. Panas pembakaran ini akan ditransfer pipa – pipa air. Telah kita ketahui bahwa pembakaran adalah merupakan reaksi kimia yang bersifat exsoterm antara bahan bakar dan oksigen yang di suplay melalui udara persamaan reaksi dari proses

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

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.umma.ac.id)18/7/24

pembakaran memenuhi reaksi yang telah kita kenal molekul monoatomik (CO) ataupun karbondioksida (CO₂). Sesuai dengan persamaan – persamaan reaksi kimia dapat di tentukan jumlah udara yang disuplay agar di peroleh pembakaran sempurna dari bahan bakar.

A. Alat Pemanas Udara (APU)

Sebelum udara pembakaran di masukkan ke dalam ruang bakar terlebih dahulu dipanaskan agar tidak mempengaruhi atau menurunkan temperatur pembakaran yang terjadi di dalam dapur ketel. Dalam hal ini pemanas udara pembakaran akan di peroleh dari gas asap yang keluar dari backpass, kerana kalor yang dibawah gas asap masih memungkinkan untuk digunakan, sehingga kerugian cerobong, dapat diperkecil dan selanjutnya akan meningkatkan randemen ketel tersebut. Dengan dipanaskannya udara pembakaran ini reaksi pembakaran yang terjadi semakin cepat dengan adanya suhu yang tinggi dan tiap satuan waktu bahan bakar yang terbakar akan meningkat, sehingga temperatur akan konstan (tetap).

B. Beberapa Macam Pemanas Udara

- Pesawat Pemanas Udara Pipa

Dalam hal ini gas asap yang mengalir di dalam pipa sedangkan udara beredar di antara pipa – pipa APU, dengan perkataan lain udara yang bersinggungan dengan luas permukaan pipa yang bertemperatur tinggi, maka pemanasan udara pun dapat terjadi.

- Pesawat Pemanas Udara dengan Gerak Putar

Pesawat ini bekerja berdasarkan prinsip regenerasi. Rotor yang terdapat di dalam suatu kotak tertutup akan berputar sekitar 3 rpm, dimana udara akan mengalir pada saluran – saluran sempit yang dibuat dari plat – plat baja. Plat baja ini akan berputar (bergerak) kesisi rotor yang terkena panas gas asap, sedangkan sisi lain akan terisi udara yang akan dipanaskan. Dengan terjadinya secara berulang – ulang, maka temperatur udara pembakaran akan menjadi naik. Untuk menentukan jenis alat pemanas udara yang akan digunakan di tinjau beberapa hal antara lain :

- Kondisi kalor yang dibawa oleh gas asap
- Penempatan alat pemanas udara
- Cara perawatan alat pemanas udara

Dari tinjauan di atas akan direncanakan jenis pesawat pemanas udara pipa, karena cocok dengan kondisi tersebut. Direncanakan jenis pipa yang akan digunakan yaitu seamless carbon steel pipe dengan spesifikasi ASME A-53, dimana tegangan izin (S_a) = 900 Psi, diameter nominal (D_n) 30 inchi, maka dari standar pipa yang diperoleh ukuran pipa, yaitu :

$$\text{Diameter luar (Do)} = 3,5 \text{ inchi} = 0,0889 \text{ meter}$$

$$\text{Diameter dalam (Di)} = 3,089 \text{ inchi} = 0,0778 \text{ meter}$$

$$\text{Tebal pipa (tp)} = 0,216 \text{ inchi} = 0,0055 \text{ meter}$$

Kalor gas asap memasuki APU adalah :

$$Q_{g5} = Q_{g4} = 3191877 \text{ kkal/jam}$$

Temperatur gas asap masuk APU adalah :

$$Q_{g5} = Q_{g4} = 288^{\circ}\text{C}$$

Kalor yang diserap APU adalah :

$$Q_{APU} = M_{ud} (h_{121} - h_{30})$$

$$Q_{APU} = \text{Kalor yang di serap alat pemanas udara}$$

$$M_{ud} = \text{Massa udara yang di butuhkan dalam pembakaran}$$

41850 kg/jam

$$h_{121} = \text{Entalphi udara pada temperatur } 121^{\circ}\text{C}$$

$$= 94,45 \text{ kkal/kg}$$

$$h_{30} = \text{Entalphi udara masuk pada temperatur } 30^{\circ}\text{C}$$

$$= 72,52 \text{ kkal/kg}$$

2.5. Kebutuhan Uap Untuk Pemakaian Produksi

A. Kebutuhan – kebutuhan Uap

Kebutuhan uap untuk proses produksi adalah kebutuhan uap untuk pengeringan dan hotpress, hanya kedua proses ini yang dilayani dengan uap, sehingga kebutuhan uap untuk proses pembuatan papan tipis /jam adalah :

$$M_{u\text{thp}} = M_{ud} + M_{u\text{hp}}$$

• Kebutuhan uap pada drayer mesin

Drayer adalah suatu unit yang digunakan untuk mengeringkan lembaran kayu dimana uap berfungsi sebagai pengeringnya. Sedangkan untuk proses pengeringan drayer mesin membutuhkan uap sebanyak :

$$M_{ud} = 3 \times M_{ud}$$

- Kebutuhan uap pada hotpress

Kebutuhan uap untuk hotpress diperoleh dari hubungan massa uap, kalor dan panas laten uap pada temperatur adalah :

$$M_{uhp} = \frac{Q_{hp}}{L_h}$$

Dimana :

M_{uhp} = Massa uap yang di butuhkan hotpress (kg/jam)

Q_{hp} = Kalor yang dibutuhkan hotpress

$$= 1302625,018 \text{ kkal/kg}$$

L_h = Panas laten uap pada temperatur kerja 140°C

$$= 2144,7 \text{ kkal/kg}$$

$$= 512,157 \text{ kkal/kg}$$

- Kebutuhan bahan bakar pada uap

Banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan dalam proses pembakaran untuk mendapatkan uap dapat dicari hubungan berikut :

$$B = \frac{M_u (h_{sh} - h_a)}{\pi_k (LHV)_{bh}}$$

Dimana :

B = Banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan pembakaran

M_u = Massa uap ketel

$$= 30.000 \text{ kg/jam}$$

h_{sh} = Entalphi superheater pada temperatur (t) = 330°C

$$= 738 \text{ kkal/kg}$$

h_a = Entalphi air masuk ketel pada temperatur (t) 110°C

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

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)18/7/24

$$= 110,7 \text{ kkal/kg}$$

$$\eta_k = \text{Effisiensi ketel}$$

$$= 0,8 \text{ (diambil)}$$

$$\text{LHV}_{bb} = \text{Lower Heating Value bahan bakar}$$

$$= 3935 \text{ kkal/kg}$$

- Kebutuhan temperatur pembakaran

Temperatur pembakaran adalah merupakan temperatur yang di timbulkan pembakaran bahan bakar kayu meranti di dalam dapur ketel yang dihitung dengan suatu grafik, dimana terlebih dahulu di hitung entalphi ga asap sebagai berikut :

$$h_g = \frac{(\text{Panas pembakaran}) + (\text{Sensible Heat bb}) + (\text{Sensible Headvad})}{\text{Massa gas asap}}$$

Dimana :

$$h_g = \text{Entalphi gas asap (kkal/kg)}$$

$$= \text{Panas pembakaran} = 20859435 \text{ kkal/jam}$$

$$B_{(hf80)} = \text{Sensible heat bb}$$

$$= \text{Jumlah bahan bakar}$$

$$= 5580 \text{ kg/jam}$$

$$hf80 = \text{Entalphi bahan bakar pada temperatur } 80^{\circ}\text{C}$$

$$= 79,2 \text{ btu/ft}^3$$

- Kebutuhan kalor pembakaran

Kalor pembakaran adalah merupakan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar yang terbakar di dalam dapur ketel dan dapat di cari dari hubungan sebagai berikut :

$$Q_{bb} = B (LHV)_{bb} \cdot \eta_d$$

Dimana :

Q_{bb} = Jumlah pembakaran bahan bakar (kkal/jam)

B = Jumlah heating value bahan bakar
= 3935 kkal/kg

η_d = Effisiensi dapur = 0,95

B. Kebutuhan – kebutuhan Pipa

- Pipa Waterwall

Water terdiri dari susunan pipa – pipa yang ditempatkan pada sisi sebelah dalam dari ruang bahan bakar dan memperoleh kalor dari pembakaran bahan bakar. Direncanakan jenis ini adalah stainless carbon stell pipe dengan spesifikasi ASME A-53 dengan tegangan izin (S_a) = 900 Psi. diameter nominal (D_n) – 2,5 inchi, maka dari standart pipa diperoleh :

Diameter luar (D_o) = 3,5 inchi = 0,0889 meter

Diameter dalam (D_i) = 3,089 inchi = 0,0778 meter

Tebal pipa (t_p) = 0,216 inchi = 0,0055 meter

1. Kalor yang diserap waterwall

Kalor yang diserap oleh dinding waterwall adalah secara radiasi dan konveksi yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar, dengan demikian kalor yang diserap waterwall adalah seperti berikut :

$$Q_{ww} = Q_r + Q_c$$

Dimana :

- Q_{ww} = Kalor yang diserap waterwall (btu/lb)
 Q_r = Kalor yang diserap secara radiasi (btu/lb)
 Q_c = Kalor yang diserap secara konveksi (btu/lb)

2. Temperatur Waterwall

- t_g = Temperatur gas asap (pembakaran)
 t_w = Temperatur permukaan waterwall
 t_u = Temperatur saturasi

Perpindahan kalor antara dinding waterwall dengan uap adalah secara konveksi dimana $Q_c = Q_{ww} = 10332000$ kkal/jam

$$Q_c = h_c \cdot A_w (t_w - t_u)$$

Dimana :

- Q_c = Kalor yang diserap waterwall
 = 10332000 kkal/jam
 h_c = Koefisien konveksi
 A_w = Luas bidang pemanas waterwall
 = 210,62 m²
 t_w = Temperatur permukaan waterwall (°c)
 t_u = Temperatur uap saturasi = 210 °c

Mencari koefisien konveksi (h_c) adalah :

$$h_c = 0,0020 (Re)^{0,6} \frac{Q \cdot v (1 - v) K v^{\frac{1}{3}}}{v^2}$$

Dimana :

Q = Percepatan gravitasi

$$= 9,81 \text{ m/s}$$

P_v = Massa jenis uap saturasi

$$= 15,15 \text{ kg/m}^3$$

P_l = Massa jenis air saturasi

$$= 906,96 \text{ kg/m}^3$$

K_v = Konduktivitas thermal uap saturasi

$$= 0,03375 \text{ kkal/hr.m.}^{\circ}\text{C}$$

V = Viscositas kinematik uap saturasi

$$= 2,60742 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$$

Re = Reynold number

$$Re = \frac{u \cdot m}{Di \cdot V}$$

Dimana :

V = Viskositas kinematik uap saturasi

$$= 2,60742 \times 10 \text{ kg/m.s}$$

Di = Diameter dalam pipa waterwall

$$= 0,0627$$

m = Massa aliran uap untuk tiap pipa waterwall

- Pipa Backpass

Karena uap yang dibentuk oleh pipa-pipa waterwall tidak dapat mencukupi sesuai dengan yang dibutuhkan, maka dibentuk lagi bidang

pemanas lain yaitu pipa-pipa backpass. Pipa-pipa backpass ini ditempatkan dibelakang pipa-pipa superheater dan sebagai pembakar kalor adalah gas asap yang keluar dari superheater.

1. Ukuran-ukuran pipa backpass



Gbr. Skets Susunan Pipa Backpass

Direncanakan susunan pipa-pipa backpass adalah in line $S_p/D_o = 2$ dan $S_{ii}/D_o = 2$ maka dari heat transfer "J.P. Holman hal. 254" akan diperoleh $c = 0,254$ dan $n = 0,632$.

2. Jumlah pipa backpass

$$\begin{aligned} \text{Arah memanjang } (\eta_p) &= \frac{\text{Panjang drum efektif}}{\text{jarak antara pusat pipa}} \\ &= \frac{P}{S_p} = \frac{D}{2 \cdot D_o} \end{aligned}$$

3. Panjang pipa backpass

Untuk mencari panjang pipa backpass adalah dari hubungan :

$$Q_{p_{bp}} = V_o \times \Delta_{p_{bp}} \times \text{LMTD}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q_{p_{bp}} &= \text{Kalor yang diserap pipa - pipa backpass} \\ &= 5272400 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$V_o = \text{Koefisien pindahan kalor total (kkal/jam.m}^2\text{.}^\circ\text{C)}$$

Δ_{pbbp} = Luas bidang pemanas pipa – pipa backpass (m^2)

LMTD = Temperatur logaritma ($^{\circ}C$)

Temperatur rata – rata uap air dalam pipa backpass adalah :

$$\begin{aligned} T_u &= \frac{t_w + t_w}{2} \\ &= \frac{110^{\circ}C + 210^{\circ}C}{2} \\ &= 160^{\circ}C \rightarrow 320^{\circ}F \end{aligned}$$

Sifat – sifat uap air pada temperatur (t_a) = $320^{\circ}F$

= Viskositas dinamika = $1,774 \times 10^{-4}$ kg/m.det

= Massa jenis uap air = $906,96$ kg/ m^3

k = konduktivitas thermal = $0,5857$ kkal/jam.m. $^{\circ}C$

P_r = Prandt number = 1,11

Kecepatan uap air di dalam pipa backpass adalah :

$$V = \frac{m_{upbp}}{\rho \cdot \frac{11}{4} \cdot x D_i^2 \cdot x \eta_{pbbp}}$$

Dimana :

V = Kecepatan uap air di dalam pipa backpass (m/det)

m_{upbp} = Massa uap air untuk backpass

$$= 940,6 \text{ kg/jam}$$

η_{upbp} = Jumlah pipa backpass total

$$= 296 \text{ buah pipa}$$

D_i = Diameter dalam pipa backpass

$$= 0,525 \text{ m}$$

- Pipa Downcomer

Pipa Downcomer direncanakan sebanyak 2 (dua) buah pipa dan pipa tersebut langsung mendukung drum dan peralatan yang ada di dalamnya. Aliran air di dalam pipa Downcomer tersebut adalah aliran alam (natural flow). Dalam hal ini untuk natural flow diambil kecepatan aliran air (V) = 0,21 m/det.

2.6. Cerobong Asap Dan Dinding Dapur

A Cerobong Asap

Cerobong asap berfungsi sebagai tempat laluan gas asap dari sisa pembakaran yang tidak bisa dimanfaatkan lagi, gas asap ini di buang ke udara bebas. Sistem pengeluaran gas asap melalui cerobong asap sangat perlu diperhatikan demi kelangsungan pembakaran selanjutnya.

- Draf Sistem

Draf sistem yang dikenal pada ketel uap adalah :

- Natural Draft (tarikan alam)

Hal ini terjadi karena adanya kerapatan (spesifik gravity) antara udara luar yang bertemperatur lebih rendah dari pada temperatur gas asap.

- Force Draft (tarikan paksa)

Hal ini terjadi dimana udara mengalir dalam satu unit yang diatur pada tekanan di atas tekanan atmosfer dan di sirkulasikan dengan bantuan blower.

- Induced Draft (gabungan dari kedua di atas)

Hal ini terjadi bila natural draft dan force draft di gabungkan di mana cerobong menerima tarikan alam sedangkan pengisapan digunakan fanzet

yang di pasang antara ketel dan cerobong yang berfungsi untuk menghisap gas asap untuk dibuang ke atmosfer.

B Perencanaan Cerobong Asap

Dalam merencanakan cerobong asap ini harus diperhatikan beberapa hal :

- Kerugian kalor mulai dari dapur sampai ke cerobong
- Temperatur kalor asap keluar dari cerobong
- Tekanan udara luar
- Jumlah aliran gas asap

Untuk keperluan cerobong asap ini direncanakan dengan sistem induced draft dengan tinggi cerobong 35 meter. Bahan cerobong adalah stel construction tarikan gas asap dapat dicari dari persamaan berikut :

$$h = 353 \times H \left(\frac{1}{T_u} - \frac{m+1}{m \times T_q} \right) \text{ mm H}_2\text{O}$$

Dimana :

h = Tarikan gas asap (mm H₂O)

H = Tinggi cerobong
= 35 meter direncanakan

T_u = Temperatur udara luar
= 30⁰C → 303⁰K

T_q = Temperatur gas asap masuk cerobong
= 210⁰C → 483⁰K

m = Berat udara perberat bahan bakar
= 41850/5580 = 7,5

C Dapur / Tungku

Pada dapur ini terjadi proses pembakaran bahan bakar untuk proses ini dibutuhkan udara dan bahan bakar yang pencampurannya berlangsung di dalam dapur. Dalam Ketel uap tungku yang digunakan adalah tungku bawah. Pada tungku ini dinding tungku dikelilingi oleh pipa air/waterwall yang dipanasi oleh api/gas sehingga panas penyerapan langsung di terima oleh bidang yang dipanaskan, dimana pipa air tersebut berfungsi sebagai penguap.

- Volume Dapur

$$\text{Beban dapur} = \frac{G_m \cdot x_{No}}{\text{isi dapur}} \text{ kkal} / \text{m}^3 / \text{jam}$$

$$195393,5 = \frac{6315 \cdot 2630}{\text{isi dapur}} \text{ kkal} / \text{m}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Isi dapur} = \frac{16608450}{195396,5}$$

$$\text{Isi dapur} = 85 \text{ m}^3$$

- Isolasi Dinding Dapur

Dinding dapur ketel akan di isolasikan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya kehilangan kalor dari dalam dapur ke udara luar, isolasi ini terletak sebelah luar dari pipa waterwall dan lapisan tersebut adalah :

Lapisan I : Fire brick (batu tahan api)

Tebal (x_1) = 9 inchi

Konduktivitas (k_1) = 7 btu . in / hr . ft² . °f

Lapisan II : Insulation brick

Tebal (x_2) = 4,5 inchi

$$\text{Konduktivitas } (k_2) = 4 \text{ btu} \cdot \text{in} / \text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{f}$$

Lapisan III : Insulation Board

$$\text{Tebal } (x_3) = 4,5 \text{ inchi}$$

$$\text{Konduktivitas } (k_3) = 0,30 \text{ btu} \cdot \text{in} / \text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{f}$$

Lapisan IV : Casing steel

$$\text{Tebal } (x_4) = 1/8 \text{ inchi}$$

$$\text{Konduktivitas } (k_4) = 373 \text{ btu} \cdot \text{in} / \text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{f}$$



Gbr. Lapisan Isolasi Dapur

2.7. Pemeriksaan Operasional Ketel

A. Pemeriksaan Kemampuan Kerja Ketel

Untuk dapat mengetahui atau mengontrol kerja ketel uap serta kemampuannya. Pada umumnya dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu sebagai berikut :

- Cara Fisik (Fhysical methode)
- Cara non fisik (Unfhysical metode)

- Cara Fisik (Fhysical Methode)

Pemeriksaan secara fisik dapat dilakukan dengan cara peninjauan berkala, pemeriksaan berkala dan pengawasan terhadap ketel yang masih dalam masa fungsinya. Dimana pemeriksaan tersebut dilakukan berhubungan dengan materialnya artinya bahwa pemeriksaan tersebut bertitik fokus pada bahan (material) ketel uap tersebut. Hal ini disebabkan karena baik tidaknya material (kondisi) ketel tersebut akan berpengaruh terhadap kemampuan kerja dan kapasitas kerja ketel tersebut.

- Cara non fisik (Unfhysical metode)

Pemeriksaan ketel cara ini bertujuan memperoleh hal-hal yang berhubungan dengan menurunnya kapasitas ketel yang berkaitan dengan fungsi dari tiap-tiap bagian ketel tersebut dan apabila ditinjau dari segi efisiensi atau daya. Dimulai dari bagian perbagian dari ketel uap tersebut, maka akan diketahui efisiensi diinstalasi ketel tersebut.

Didalam pemeriksaan ketel dengan cara ini yang diperlukan adalah kecermatan dan ketelitian didalam melaksanakan pemeriksaan bagian-bagian yang hendak diperiksa tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini, maka ada beberapa langkah yang akan dilalui, yaitu :

3.1. Tahapan Persiapan

Pengajuan judul di lakukan untuk mengetahui judul skripsi apa yang akan di bawa pada saat proses seminar dan sidang nantinya sebagai prasyarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Medan Area.

3.2. Referensi

Setelah pengajuan judul diberikan, baru mencari referansi untuk mendukung bahwa bacaan yang ada sebagai acuan untuk membuat tugas akhir dan aplikasnya di masyarakat yaitu mengadakan tinjauan pustaka.

3.3. Surver Lapangan

Survey lapangan di lakukan untuk mencocokkan hasil yang di dapat dari hasil referensi apakah temuan yang dilakukan di lapangan sama atau tidak.

3.4. Pengajuan Proposal

Dalam hal ini pengajuan di lakukan untuk memenuhi syarat – syarat pengajuan tugas akhir.

3.5. Seminar

Setelah proses di atas selesai sidang tugas akhir guna untuk mempertanggung jawabkan apa – apa saja yang sudah dilakukan dalam pembuatan tugas akhir.

3.6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data di lakukan setelah proses pengajuan seminar selesai untuk melengkapi data – data yang ada sehingga dalam penyusunan tugas akhir nanti tiada ada keraguan – keraguan.

3.7. Analisa Perhitungan

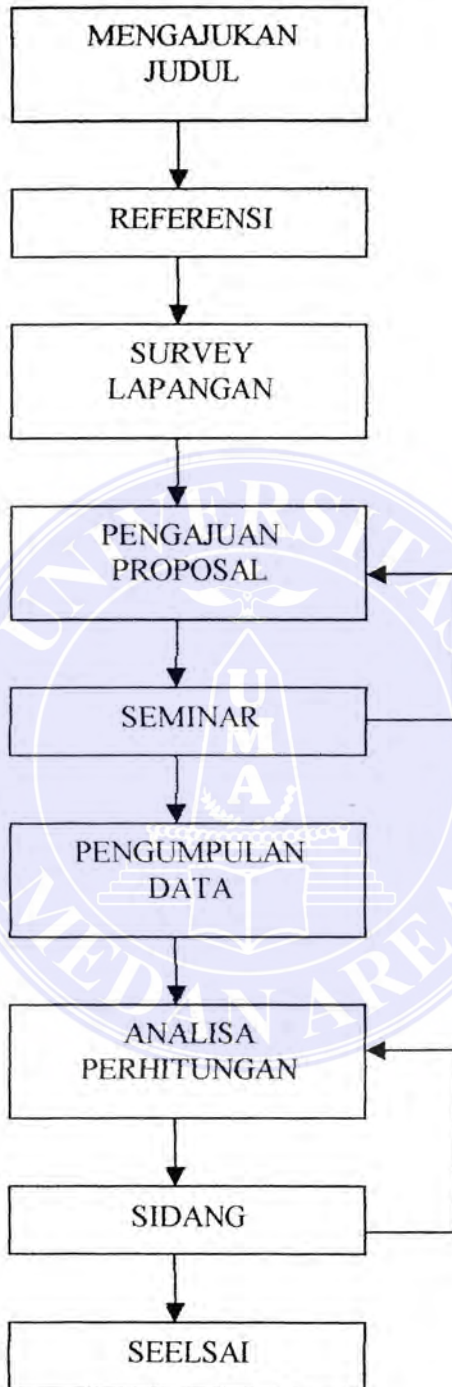
Analisa perhitungan di lakukan setelah proses pengambilan data di lakukan sehingga dalam proses analisa perhitungan nantinya sesuai dengan data yang ada rumus – rumus apa saja yang akan digunakan.

3.8. Sidang

Setelah proses – proses di atas selesai maka dilakukan sidang tugas akhir guna untuk mempertanggung jawabkan apa – apa saja yang sudah di lakukan dalam pembuatan tugas akhir

3.9. Penyelesaian Laporan

Setelah sidang dilakukan maka selesailah tugas akhir di buat

METODOLOGI PENELITIAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil tugas skripsi yang penulis lakukan adalah dari perhitungan-perhitungan di atas dibuat suatu ringkasan seperti dibawah ini :

1. Spesifikasi Umum

- Tekanan kerja ketel (P_o) = 20 Kg/cm²
- Kapasitas uap (M_o) = 28.000 kg/jam
- Efisiensi ketel (R_k) = 0,80
- Temperatur pembakaran (t_p) = 1587⁰c
- Bahan bakar ketel (bb) = kayu meranti
- Kebutuhan bahan bakar (B) = 5580 kg/jam
- Kebutuhan udara pembakaran (M_{ud}) = 41850
- Massa gas asap pembakaran (m_q) = 47541,6 kg/jam

2. Ukuran-ukuran utama

A. Ruang Bakar

- Panjang (p) = 4,5 meter
- Lebar (l) = 4,5 meter
- Tinggi (t) = 6,0 meter

B. Backpass

- Material semabless carbon steel pipe ASME A-53
- Jumlah pipa (R_{php}) = 296 pipa

- Diameter nominal (Pn) = 2,0 inci
- Panjang pipa backpass (L) = 5,2 meter

c. Drum ketel

Drum atas :

- Material Carbon Steel Plate ASME A-53
- Panjang drum (p) = 5,4 meter
- Diameter luar (Do) = 1,551 meter
- Tebal plot drum (tp) = 2,534 cm

Drum bawah :

- Material carbon steel plate, ASME A-53
- Panjang drum (p) = 5,0 meter
- Diameter luar (Do) = 1,10 meter
- Tebal plat (tp) = 2,5 cm

D. Alat Pemanas Udara (APU)

- Material Seamless carbon steel pipa ASME A-53
- Jumlah pipa APU (Np) = 227 pipa
- Diameter nominal (Dn) = 3,0 inchi
- Panjang pipa (i) = 3,0 meter

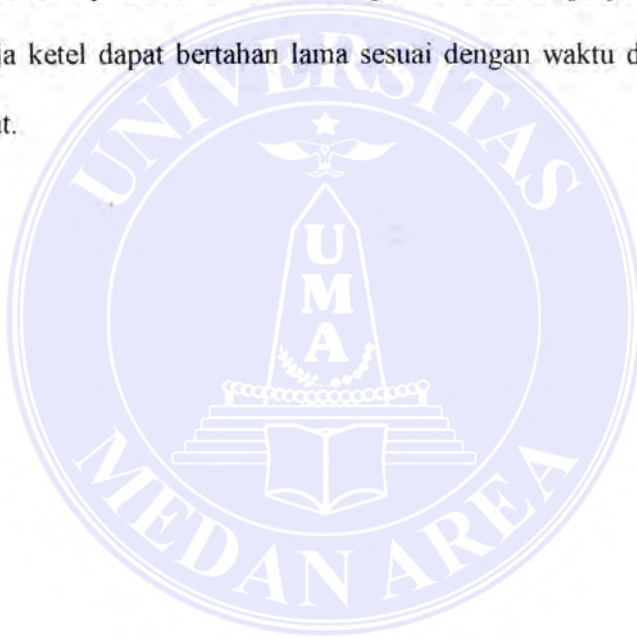
E. Cerobong Asap

- Material steel construction
- Jumlah cerobong asap (Rc) = 1 cerobong
- Diameter bagian atas cerobong (D_{ca}) = 1,15 meter

- Diameter bagian bawah cerobong (D_{cb}) = 1,1725 meter
- Panjang cerobong asap (l) = 35 meter
- Daya FDF (P_1) = 2,5 Hp
- Daya IDF (P_2) = 3,5 Hp

5.2. Saran

Saran-saran disini hanya berupa himbauan agar penggunaan alat-alat ketel khususnya ketel uap haruslah sesuai dengan rencana kerja yang ada, sehingga alat-alat kerja ketel dapat bertahan lama sesuai dengan waktu dari pada alat-alat kerja tersebut.



LITERATUR

1. J.P. Holman Ir. E. JASJFI Perpindahan Kkalor (Head transfer) Penerbit Erlangga Jakarta
2. Ir. GL. GLUDOLPH “Kode Makum Teknik”
3. CHARLES LITTION Industrial Piping
4. Ir. SYAMSIR A. MUIN Diktat “Ketel Uap” FT. UISU
5. Diktat “Waktu Treadment” By PT. Hari Indah Perkasa

