

**TUGAS SKRIPSI**

# **KETEL UAP**

**PERENCANAAN KETEL UAP DI SEBUAH PABRIK  
PENGOLAH KAYU GLONDONGAN (PLYWOOD)  
DENGAN KAPASITAS 26000 m<sup>3</sup> PERBULAN**

Oleh :

**SUKANTO**

No. Stambuk : 99 813 0006



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

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

---

Agenda No :

Diterima Tanggal :

Paraf :

**TUGAS SKRIPSI**

Nama : **SUKANTO**

No. Stambuk : 99 813 0006

Spesifikasi : Rancangan suatu ketel uap untuk sebuah pabrik pengolahan kayu lapis.

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. Darianto, MSc**

Dosen Pembimbing,

**Ir. H. Amirsyam Nasution, MT**

Koordinator Rencana Sarjana,

**Ir. Darianto, MSc**

**TUGAS SKRIPSI**

# **KETEL UAP**

**PERENCANAAN KETEL UAP DISEBUAH PABRIK  
PENGOLAH KAYU GLONDONGAN (PLYWOOD)  
DENGAN KAPASITAS 26000 m<sup>3</sup> PERBULAN**

Oleh :

**SUKANTO**

No. Stambuk : 99 813 0006

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I,

  
**Ir. H. Amirsyam Nasution, MT**

Dosen Pembimbing II,

  
**Ir. Surya Keliat**

Diketahui Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin,

  
**Ir. Darianto, MSc**

  
**Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc**

## KATA PENGANTAR

---

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat-Nya penulis menyelesaikan Tugas sarjana ini, untuk mengakhiri studi di Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area (UMA).

Untuk Tugas Akhir atau Tugas Sarjana ini penulis memilih rancangan yang berjudul “PERENCANAAN KETEL UAP PADA PABRIK PENGOLAHAN KAYU GLONDONGAN (PLYWOOD) DENGAN KAPASITAS 26.000 m<sup>3</sup> PERBULAN”

Dalam kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak dosen pembimbing Tugas Akhir penulis.
2. Bapak Dekan Fakultas Teknik UMA
3. Bapak Staf Dosen Fakultas Teknik Jurusan Mesin
4. Kedua orang tua dan keluarga
5. Rekan – rekan Mahasiswa
6. Kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis baik bimbingan maupun secara dana, serta saran – saran maupun dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis dengan rendah hati mohon ma’af kepada para pembaca, apabila terdapat susunan kata maupun kalimat yang kurang sempurna yang mungkin menyebabkan kesulitan pengertian kata atau kalimat yang penulis buat.

Dan penulis tetap berhati lapang menerima kritik maupun saran – saran yang bersifat membangun, demi lebih bermanfaat tugas akhir yang penulis buat ini.

Amin Ya Rabbil ’Alamin.

Medan, Juni 2003

Penulis

SUKANTO

99 813 0006

## DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
SPEKIFIKASI TUGAS .....	iv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
I.1 Pengertian Ketel Uap .....	1
I.2 Klasifikasi Ketel Uap .....	2
I.3 Kebutuhan Uap Untuk Proses Produksi Pada Drayer Mesin .....	4
I.4 Kebutuhan Uap Pada Hotpress Proses .....	4
I.5 Kebutuhan Uap Untuk Proses Produksi .....	5
BAB II. PENETAPAN SPEKIFIKASI .....	6
II.1 Proses Pembakaran .....	6
II.2 Bahan Bakar Ketel .....	7
II.3 Nilai Kalor Bahan Bakar .....	7
II.4 Kebutuhan Bahan Bakar .....	8
II.5 Kebutuhan Udara Pembakaran .....	9
II.6 Massa Gas Asap .....	11
II.7 Kalor Pembakaran .....	12
II.8 Temperatur Pembakaran .....	13
BAB III. PERHITUNGAN UKURAN – UKURAN .....	16
III.1 Ruang Bakar .....	16
III.2 Water Wall .....	22
III.3 Back Pass .....	24
III.4 Drum Ketel .....	34
III.5 Alat Pemanas Udara (APU) .....	39
III.6 Cerobong Asap .....	50
III.7 Neraca Kalor .....	56
III.8 Pipa Downcomer .....	57
III.9 Thermal Stress .....	58

III.10 Isolasi Dinding Dapur .....	60
III.11 Beban Ketel .....	6-2
III.12 Volume Dapur .....	62
III.13 Jumlah Kalori Yang Tersedia Perjam .....	62
III.14 Panas Yang Tidak Dipergunakan Untuk Pembentukan Uap .....	63
III.15 Jumlah Steam yang Dihasilkan Dengan Boiler Efisiensi .....	64
<b>BAB IV. PERLENGKAPAN KETEL .....</b>	<b>65</b>
IV.1 Katup Pengaman .....	65
IV.2 Manometer .....	66
IV.3 Aparat Penduga .....	67
IV.4 Pengatur Air Pengisian Ketel .....	69
IV.5 Gate Valve .....	70
IV.6 Globe Valve .....	71
IV.7 Non Return Valve .....	72
IV.8 Blown Down Valve (Katup Penguras) .....	73
IV.9 Pluit Bahaya .....	75
<b>BAB V. KESIMPULAN .....</b>	<b>75</b>
<b>LITERATUR .....</b>	<b>77</b>

## BAB I PENDAHULUAN

---

### **I.1. Pengertian Ketel Uap.**

Yang dimaksud dengan ketel uap disini adalah suatu unit peralatan yang dapat menghasilkan uap dengan kapasitas besar secara terus menerus pada kondisi (tekanan dan temperatur) tertentu akibat pemanasan air oleh bahan bakar.

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 ketel yang bersisikan langsung air.

Akibat pemberian panas secara terus – menerus, maka akan terbentuk 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 bersirkulasi secara terus - menerus selama pemberian bahan bakar masih berlangsung.

Uap yang terbentuk pada ketel uap umumnya adalah sebagai berikut :

#### **a. Uap Basah.**

Yaitu uap yang masih bercampur dengan bintik – bintik air dengan kadar uap kurang 100 % ( $X < 1$ ), dengan perkataan lain penguapan tidak sempurna dan panas laten tidak semua diserap.

#### **b. Uap Kering.**

Yaitu uap yang tidak mengandung bintik – bintik air lepas, dan kadar uap adalah 100 % ( $X = 1$ ) dan seluruh panas laten habis terserap.



Akibat pembakaran bahan bakar didalam dapur ketel, maka akan timbul kalor dan kalor inilah yang akan memanaskan air didalam pipa – pipa water wall. Pemindahan kalor ini ada 3 (tiga) cara yaitu :

- a. *Radiasi* : Yaitu proses perpindahan panas melalui suatu ruangan yang diteruskan oleh gelombang – gelombang elektromagnetik dari suatu benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah.
- b. *Konduksi* : Yaitu proses perpindahan panas antar benda padat dengan benda padat secara bersinggungan langsung.
- c. *Konveksi* : Yaitu proses perpindahan panas dengan perantara zat cair (Udara Panas) dengan benda padat.

## **1.2. Klasifikasi Ketel Uap.**

### **A. Berdasarkan Zat Yang Mengalir Didalam Pipa.**

#### a. *Ketel pipa api* (Fier Tube Boiler).

Yaitu ketel dimana nyala api atau gas asap yang mengalir didalam pipa api, sedangkan diluarnya diliputi (terbenam) air ketel. Kalor yang diserap air ketel adalah secara konduksi melalui dinding pipa. Ketel ini umumnya digunakan untuk memproduksi uap dengan tekanan dan kapasitas kecil.

#### b. *Ketel pipa air* (Water Tube Boiler).

Yaitu ketel dimana air yang mengalir didalam pipa, sedangkan diluarnya diliputi oleh nyala api atau gas asap. Kalor yang ditransfer adalah secara radiasi, konveksi dan konduksi. Kapasitas uap yang diproduksi besar.



## DAFTAR PUSTAKA

---

1. **J.P. HOLMAN Ir. E JASJFI** Perpindahan Kalor (Heat Transfer) Penerbit ERLANGGA Jakarta
2. **I.r SYAMSIR A. MUIN** , Diktat “KETEL UAP” Fakultas Teknik UISU
3. **Ir. GL. GLUDOLPH** “Vade Makum Teknik”
4. **CHARLESS LITTION** : Industrial Piping.
5. **BOB COCK AND WILCOK** “Steam” in Generation and Uyse Third Eight Edition, New York.
6. Diktat “Water Treadment” By. **PT. HARI INDAH PERKASA.**

Daftar A-5 Sifat-sifat Udara pada Tekanan Atmosfer†

Nilai  $\mu$ ,  $k$ ,  $c_D$ , dan Pr tidak terlalu bergantung pada tekanan dan dapat digunakan untuk rentang tekanan yang cukup luas.

T, K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ kJ/kg · °C	$\mu$ , kg/m · s × 10 <sup>5</sup>	$\nu$ , m <sup>2</sup> /s × 10 <sup>6</sup>	$k$ , W/m · °C	$\alpha$ , m <sup>2</sup> /s × 10 <sup>5</sup>	Pr
100	3.6010	1.0266	0.6924	1.923	0.009246	0.02501	0.770
150	2.3675	1.0099	1.0283	4.343	0.013735	0.05745	0.753
200	1.7684	1.0061	1.3289	7.490	0.01809	0.10165	0.739
250	1.4128	1.0053	1.5990	11.31	0.02227	0.15675	0.722
300	1.1774	1.0057	1.8462	15.69	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.262	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.609	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.5	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702
2100	0.1682	1.372	6.72	399.6	0.131	5.715	0.700
2200	0.1602	1.419	6.93	432.6	0.139	6.120	0.707
2300	0.1538	1.482	7.14	464.0	0.149	6.540	0.710
2400	0.1458	1.574	7.35	504.0	0.161	7.020	0.718
2500	0.1394	1.688	7.57	543.5	0.175	7.441	0.730

† Dari *Natl. Bur. Stand (U. S.) Circ. 564, 1965*

Daftar ini menggunakan satuan SI.

Daftar A-10 Emisivitas Total Normal Berbagai Permukaan†

Permukaan	T, °F	Emisivitas $\epsilon$
<i>Logam dan oksida logam</i>		
Aluminium:		
Plat diupam mengkilap 98.3% murni	440-1070	0.039-0.057
Lembaran komersial	212	0.09
Sangat teroksidasi	299-940	0.20-0.31
Atap berpermukaan Al	100	0.216
Kuningan:		
Diupam (poles) mengkilap		
73.2% Cu, 26.7% Zn	476-674	0.028-0.031
62.4% Cu, 36.8% Zn, 0.4% Pb, 0.3% Al	494-710	0.033-0.037
82.9% Cu, 17.0% Zn	530	0.030
Diroll keras, diupam, tetapi aral upam kelihatan	70	0.038
Plat pudar	120-660	0.22
Krom (lihat paduan nikel untuk baja Ni-Cr, diupam)	100-2000	0.08-0.36
Tembaga:		
Diupam (poles)	242	0.023
	212	0.052
Plat, dipanaskan lama, tertutup lapisan tebal oksida	77	0.78
Emas, murni, diupam (poles) mengkilap	440-1160	0.018-0.035
Besi dan baja (kecuali tahan-karat):		
Baja, diupam	212	0.066
Besi, diupam	800-1880	0.14-0.38
Besi tuang, baru dibubut	72	0.44
dibubut dan dipanaskan	1620-1810	0.60-0.70
Baja lunak	450-1950	0.20-0.32
Permukaan teroksidasi:		
Plat besi, diasam, berkarat merah	68	0.61
Besi, permukaan abu-abu gelap	212	0.31
Besi batangan kasar	1700-2040	0.87-0.95
Baja lembaran dengan lapisan oksida kasar	75	0.80
Timbal:		
Tak teroksidasi, 99.96%, murni	260-440	0.057-0.075
Teroksidasi abu-abu	75	0.28
Teroksidasi pada 300°F	390	0.63
Magnesium, magnesium oksida	530-1520	0.55-0.20
Molibden:		
Filamen	1340-4700	0.096-0.202
Masif, diupam	212	0.071
Logam Monel, teroksidasi pada 1110°F	390-1110	0.41-0.46
Nikel:		
Diupam	212	0.072
Nikel oksida	1200-2290	0.59-0.86
Paduan nikel:		
Tembaga nikel, diupam	212	0.059
Kawat nikrom, cerah	120-1830	0.65-0.79
Kawat nikrom, teroksidasi	120-930	0.95-0.98
Platina, plat diupam, murni	440-1160	0.054-0.104
Perak:		
Diupam, murni	440-1160	0.020-0.032
Diupam	100-700	0.022-0.031

Daftar ini menggunakan satuan SI



Daftar A-11 Dimensi Pipa-baja

Ukuran Nominal pipa in	Diameter luar in	Skedul no.	Tebal dinding in	Diameter dalam in	Luas penampang logam in <sup>2</sup>	Luas penampang dalam ft <sup>2</sup>
½	0.405	40	0.068	0.269	0.072	0.00040
		80	0.095	0.215	0.093	0.00025
¾	0.540	40	0.088	0.364	0.125	0.00072
		80	0.119	0.302	0.157	0.00050
1	0.675	40	0.091	0.493	0.167	0.00133
		80	0.126	0.423	0.217	0.00098
1½	0.840	40	0.109	0.622	0.250	0.00211
		80	0.147	0.546	0.320	0.00163
2	1.050	40	0.113	0.824	0.333	0.00371
		80	0.154	0.742	0.433	0.00300
3	1.315	40	0.133	1.049	0.494	0.00600
		80	0.179	0.957	0.639	0.00499
4	1.900	40	0.145	1.610	0.799	0.01414
		80	0.200	1.500	1.068	0.01225
		160	0.281	1.338	1.429	0.00976
5	2.375	40	0.154	2.067	1.075	0.02330
		80	0.218	1.939	1.477	0.02050
6	3.500	40	0.216	3.068	2.228	0.05130
		80	0.300	2.900	3.016	0.04587
8	4.500	40	0.237	4.026	3.173	0.08840
		80	0.337	3.826	4.407	0.7986
10	5.563	40	0.258	5.047	4.304	0.1390
		80	0.375	4.813	6.112	0.1263
		120	0.500	4.563	7.953	0.1136
		160	0.625	4.313	9.696	0.1015
12	6.625	40	0.280	6.065	5.584	0.2006
		80	0.432	5.761	8.405	0.1810
16	10.75	40	0.365	10.020	11.90	0.5475
		80	0.500	9.750	16.10	0.5185

Daftar ini menggunakan satuan SI.