



## DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSOALAN	v
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Pengertian Umum	1
1.2. Fungsi Uap Hasil Ketel Uap	1
1.3. Klasifikasi Ketel Uap	2
1.4. Bagian-bagian Utama Ketel Uap	4
1.5. Bagian-bagian Penunjang Ketel Uap	5
1.6. Proses Pembentukan Uap Dalam Ketel Uap	6
1.7. Persyaratan Pemilihan Ketel Uap	8
1.7.1. Karakteristik ketel uap	8
1.7.2. Faktor-faktor dalam perancangan	8
BAB 2 PEMBAKARAN	10
2.1. Komposisi Bahan Bakar Gas Alam	10
2.2. Proses Pembakaran	10
2.3. Pembakaran di Ruang Bakar Turbin Gas	11
2.3.1. Perbandingan kebutuhan udara-bahan bakar	11



2.3.2. Kapasitas bahan bakar, udara pembakaran dan gas asap turbin gas	13
2.3.3. Analisa bahan bakar turbin gas	13
2.3.4. Analisa udara pembakaran turbin gas	14
2.3.5. Analisa komposisi gas buang turbin gas	15
2.4. Pembakaran pada Ketel Uap	17
2.4.1. Analisa bahan bakar ketel uap	19
2.4.2. Analisa komposisi udara pembakaran ketel uap	19
2.4.3. Analisa komposisi gas asap ketel uap	20
2.5. Kalor Hasil Pembakaran	21
2.5.1. HHV dan LHV bahan bakar	21
2.5.2. Kalor gas buang turbin gas dan kalor pembakaran ketel uap	22
2.6. Temperatur Pembakaran	24
<b>BAB 3 PROSES PEMBENTUKAN UAP</b>	<b>28</b>
3.1. Data-data Uap Panas Lanjut Produk Ketel	28
3.2. Tahapan-tahapan Pembentukan Uap	29
3.3. Kalor Pembentukan Uap	30
3.3.1. Kalor yang digunakan di feedwater heater	30
3.3.2. Kalor yang digunakan di ekonomiser	30
3.3.3. Kalor yang digunakan di pendidih	30
3.3.4. Kalor yang digunakan di superheater	31
3.3.5. Uap air isian dan produksi uap	31
3.4. Pemilihan Ketel Uap	32
<b>BAB 4 DAPUR DAN PIPA DIDIH RADIASI</b>	<b>34</b>
4.1. Jenis-jenis Dapur Ketel Uap	34
4.1.1. Dapur rangka bakar (Fired grate furnace)	34



4.1.2. Dapur ruang (Chamber furnace)	35
4.1.3. Dapur siklon (Cyclone furnace)	35
4.2. Konstruksi Dinding Dapur	36
4.3. Dimensi Dapur	36
4.4. Pemilihan Pipa Didih Radiasi	38
4.5. Kondisi Fluida Dalam Pipa Didih	39
4.6. Rugi Kalor Lewat Dinding	42
4.7. Kalor Yang Diserap Pipa Didih Radiasi	45
4.8. Suhu Gas Asap Meninggalkan Dapur	50
<b>BAB 5 PIPA-PIPA DI SALURAN GAS ASAP</b>	<b>51</b>
5.1. Screen	52
5.1.1. Data-data screen	52
5.1.2. Laju aliran massa gas asap	52
5.1.3. Logaritma beda suhu rata-rata (LMTD)	53
5.1.4. Konduktansi gas asap	54
5.1.5. Kalor gas asap yang diserap screen	57
5.2. Superheater	58
5.2.1. Superheater konveksi arus berlawanan	60
5.2.2. Superheater konveksi arus searah	61
5.2.3. Rancangan superheater	61
5.2.4. Perpindahan panas pada superheater	65
5.2.5. Ukuran pipa superheater	69
5.2.6. Kalor yang dibawa gas asap keluar superheater	70
5.3. Boiler Konveksi (pipa didih konveksi)	71
5.3.1. Kapasitas kalor yang diserap pipa-pipa didih konveksi	71
5.3.2. Rancangan boiler konveksi	72
5.3.3. Perpindahan panas pada boiler konveksi	72
5.3.4. Pengecekan jumlah baris pipa boiler konveksi	76
5.3.5. Kalor yang hilang melalui dinding boiler konveksi	76



5.3.6. Kalor yang dibawa gas asap keluar boiler konveksi	77
5.4. Cavity	77
5.4.1. Perencanaan cavity	78
5.4.2. Kalor dari cavity ke boiler konveksi	79
5.4.3. Kalor dari cavity ke ekonomiser	80
5.4.4. Kalor gas asap keluar cavity	81
5.5. Ekonomiser	82
5.5.1. Tipe-tipe ekonomiser	83
5.5.2. Perencanaan ekonomiser	83
5.5.3. Perpindahan panas pada ekonomiser	86
5.5.4. Ukuran ekonomiser	90
5.5.5. Kalor yang dibawa gas asap keluar ekonomiser	91
<b>BAB 6 PEMANAS AIR ISIAN</b>	<b>93</b>
6.1. Jenis-jenis Feedwater Heater	93
6.2. Data-data Perencanaan Pmanas Air Isian	94
6.3. Konduktivitas Perpindahan Panas Menyeluruh	95
6.3.1. Konduktivitas perpindahan panas pada permukaan luar pipa	96
6.3.2. Konduktivitas perpindahan panas pada permukaan dalam pipa	96
6.3.3. Tahanan thermal pipa	98
6.3.4. Konduktivitas perpindahan panas menyeluruh	98
6.4. Panjang pipa pemanas air isian	98
<b>BAB 7 SISTEM TARIKAN</b>	<b>100</b>
7.1. Deskripsi	100
7.2. Macam-macam Sistem Tarikan	100
7.2.1. Sistem tarikan alam	100
7.2.2. Sistem tarikan paksa	101



7.3. Rugi-rugi Tekan Sistem Tarikan	102
7.3.1. Rugi tekanan pada dapur	102
7.3.2. Rugi tekanan pada superheater	103
7.3.3. Rugi tekanan pada pipa didih konveksi	104
7.3.2. Rugi tekanan pada ekonomiser	105
7.4. Cerobong Asap	106
7.4.1. Rancangan cerobong asap	106
7.4.2. Tarikan cerobong asap	107
7.4.3. Rugi-rugi aliran gas asap dalam cerobong	108
7.5. Fan Isap	109
7.5.1. Head fan isap	109
7.5.2. Head static adiabatic	109
7.5.3. Daya output adiabatik fan isap	110
7.5.4. Kapasitas volumetris fan	111
7.5.5. Daya penggerak fan	111
<b>BAB 8 POMPA AIR ISIAN KETEL UAP</b>	<b>112</b>
8.1. Turun Tekanan pada Pompa Air Isian	112
8.1.1. Turun tekanan pada pemanas air isian	112
8.1.2. Turun tekanan pada superheater	115
8.1.3. Turun tekanan pada ekonomiser	117
8.2. Perencanaan Pompa Air Isian	120
<b>BAB 9 SIRKULASI ALAM</b>	<b>123</b>
9.1. Rugi-rugi Aliran di Pipa-pipa Naik	124
9.1.1. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa R1	124
9.1.2. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa R2	128
9.1.3. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa R3	131
9.1.4. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa R4	134
9.1.5. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa R5	136



9.2. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa turun	139
9.2.1. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa D1	139
9.2.2. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa D2	140
9.3. Pengecekan aliran	142
9.3.1. Pengecekan aliran di pipa-pipa D1 dan R1	142
9.3.2. Rugi-rugi aliran di pipa-pipa D1, R2, R3, R4 dan R5	143
<b>BAB 10 EFISIENSI KETEL UAP</b>	<b>144</b>
10.1. Metode Langsung	144
10.2. Metode Tak Langsung	145
<b>BAB 11 ANALISA KEKUATAN MATERIAL</b>	<b>147</b>
11.1. Analisa Kekuatan Material	147
11.1.1. Analisa kekuatan bahan pipa	148
11.1.2. Analisa kekuatan bahan drum	150
11.1.3. Analisa kekuatan bahan header	153
11.2. Dinding Ketel Uap	154
<b>BAB 12 BURNER DAN PERALATAN BANTU KETEL UAP</b>	<b>159</b>
12.1. Burner	159
12.2. Peralatan Bantu Ketel Uap	161
<b>BAB 13 AIR ISIAN KETEL UAP</b>	<b>167</b>
13.1. Kesadahan Air Isian Ketel Uap	168
13.2. Pencegahan Timbulnya Kerak	169
13.2.1. External water treatment	169
13.2.2. Internal water treatment	172
13.3. Kerusakan Akibat Korosi	172
13.3.1. Pencegahan korosi	173
13.4. Karakteristik Air Ketel	175



<b>BAB 14 PENGOPERASIAN KETEL UAP</b>	176
14.1. Persiapan Menghidupkan Ketel Uap	176
14.2. Menghidupkan Ketel Uap	177
14.3. Mematikan Ketel Uap	178
14.4. Sistem Pengendalian Ketel Uap	179
14.4.1. Kontrol suhu uap	180
14.4.2. Kontrol tekanan dan kapasitas aliran uap	182
14.4.3. Kontrol tinggi permukaan air	182
14.4.4. Pengendalian burner	183
14.4.5. Blow down	184
<b>PENUTUP</b>	186
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	187
<b>LAMPIRAN</b>	