



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
INTISARI	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah dan Asumsi	3
1.4. Tujuan Perancangan	4
1.5. Manfaat Perancangan	5
1.6. Susunan Penulisan Tugas Akhir	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Pengertian Ketel Uap	7
2.2. Klasifikasi Ketel Uap	9
2.2.1. Ketel uap lorong api (<i>shell type boiler</i>)	10



2.2.2. Ketel uap pipa api (<i>fire tube boiler</i>)	11
2.2.3. Ketel uap pipa air (<i>water tube boiler</i>)	12
2.2.3.1. ketel uap pipa lurus horizontal	14
2.2.3.2. ketel uap pipa lengkung	14
2.3. Sirkulasi pada Ketel Uap	15
2.3.1. Ketel uap pipa air dengan sirkulasi alami	15
2.3.2. Ketel uap pipa air dengan sirkulasi paksa	16
2.4. Bagian Ketel Uap	17
2.5. Proses Termodinamika Uap pada Ketel Uap	22
2.6. Perancangan Thermal	24
2.7. Perancangan Mekanikal	28

BAB III PEMBAKARAN

3.1. Bahan Bakar	30
3.2. Nilai Panas (<i>Heating Value</i>)	33
3.3. Reaksi Pembakaran Bahan Bakar	35
3.4. Kebutuhan Oksigen pada Pembakaran	36
3.5. Kebutuhan Udara pada Pembakaran	37
3.6. Komposisi Gas Panas Hasil Pembakaran	38
3.7. Kebutuhan Kalor pada Ketel Uap	39
3.8. Kondisi Input Ketel Uap	41
3.9. Perhitungan Efisiensi	42
3.10. Parameter-Parameter Kunci Performansi	46
3.11. Temperatur Teoritis Hasil Pembakaran	48

BAB IV PERENCANAAN DAPUR DAN PIPA-PIPA DIDIH RADIASI

4.1. Dapur	55
4.2. Macam-Macam Dapur	56
4.3. Pemilihan, Perencanaan Bentuk dan Dimensi Dapur	57



4.4. Perencanaan Pipa-Pipa Didih Radiasi	60
4.5. Kalor yang Diserap Dapur	62
4.6. Perencanaan <i>Screen</i>	65
4.6.1. Perencanaan screen	65
4.6.2. <i>Draft loss</i> dan <i>pressure drop</i>	73
4.6.3. Rugi kalor pada dinding dapur	73
4.6.4. Tinjauan kekuatan pipa-pipa didih radiasi	75
BAB V PERENCANAAN SUPERHEATER	
5.1 <i>Superheater</i> pada Ketel Uap	77
5.2. Kesetimbangan Kalor antara Gas Asap dan Uap	78
5.2.1. Perencanaan aliran uap di <i>superheater</i>	79
5.2.2. Perhitungan penyerapan kalor di <i>superheater</i>	80
5.3. Kerugian Kalor Melalui Dinding <i>Superheater</i>	85
5.3.1. Kerugian kalor melalui dinding atas	86
5.3.2. Kerugian kalor melalui dinding samping dan bawah	87
5.4. Penurunan Tekanan Uap	88
5.5. Penurunan Tekanan Aliran Gas Asap	89
5.6. Tinjauan Kekuatan Pipa <i>Superheater</i>	90
5.7 <i>Cavity</i>	90
5.7.1. Perencanaan <i>cavity</i>	90
5.7.2 Rugi kalor melalui dinding <i>cavity</i>	93
BAB VI PERENCANAAN PIPA DIDIH KONVEKSI	
6.1. Perencanaan Pipa Didih Konveksi	96
6.2. Kerugian Kalor Melalui dinding	100
6.3. <i>Cavity</i>	102
6.3.1. Perencanaan <i>cavity</i>	102
6.3.2. Rugi kalor melalui dinding <i>cavity</i>	104



6.4. Penurunan Tekanan Gas Asap	106
6.5. Tinjauan Kekuatan Pipa-Pipa Didih Konveksi	107

BAB VII PERENCANAAN EKONOMISER

7.1. Perencanaan Pipa-Pipa Ekonomiser	100
7.2. Kerugian Kalor Melalui Dinding	114
7.3. Penurunan Tekanan Air	115
7.4. Penurunan Tekanan Gas Asap	116
7.5. Tinjauan Kekuatan Pipa-Pipa Ekonomiser	117
7.6. Perencanaan Pipa Pengumpan dari Ekonomiser ke Drum	117

BAB VIII PERENCANAAN PEMANAS UDARA

8.1. Perencanaan Pemanas Udara	120
8.2. Rugi Kalor Melalui Dinding <i>Air Heater</i>	125
8.3. Penurunan Tekanan Udara	126
8.4. Penurunan Tekanan Gas Asap	127
8.5. Temperatur Pipa	127

BAB IX PERENCANAAN SIRKULASI AIR ISIAN DAN PENGOLAHAN AIR

ISIAN

9.1. Sirkulasi Air Isian	129
9.1.1. Prinsip sirkulasi alami	130
9.1.2. Kerugian tekanan air dan uap	132
9.1.3. Penyerapan kalor dan laju aliran massa pada pipa-pipa naik	133
9.1.4. Perencanaan pipa – pipa turun D1	136
9.1.4.1. rugi aliran pada pipa-pipa naik (R1)	136
9.1.4.2. pemilihan pipa-pipa turun (D1)	140



9.1.5. Perencanaan pipa-pipa turun D2	143
9.1.5.1. rugi aliran pada pipa naik R2	143
9.1.5.2. pemilihan pipa-pipa turun (D2)	145
9.1.6. Perencanaan pipa-pipa turun D3	148
9.1.6.1. rugi aliran pada pipa-pipa naik (R3)	148
9.1.6.2. pemilihan pipa-pipa turun (D3)	151
9.1.7. Perencanaan pipa-pipa turun D4 dan D5	153
9.1.7.1. rugi aliran pada pipa-pipa naik (R4)	153
9.1.7.2. pemilihan pipa-pipa turun (D4)	155
9.2. Pengolahan Air Isian	157
9.2.1. Kesadahan air	159
9.2.2. Perlakuan awal air isian	159
9.2.2.1. penjernihan	160
9.2.2.2. penyaringan	160
9.2.3. Pelunakan air isian	160
9.2.3.1. pelunakan termal	161
9.2.3.2. pelunakan dengan penyulingan	161
9.2.3.3. pelunakan kimia	161
9.2.4. Pemisahan minyak dari air	162
9.2.5. <i>Blow-down</i>	162

BAB X PERENCANAAN CEROBONG, KIPAS, DAN POMPA

10.1. Cerobong	164
10.1.1. Perencanaan cerobong	164
10.2. Kipas	165
10.2.1. Kipas penghembus (<i>forced draft fan</i>)	166
10.2.2. Daya motor penggerak kipas penghembus	169
10.2.3. Kipas penghisap (<i>induced draft fan</i>)	169
10.2.4. Daya motor penggerak kipas penghisap	173



10.3. Pompa	174
10.3.1. Pemilihan daya pompa	175

BAB XI PERENCANAAN DRUM DAN HEADER

11.1. Drum	177
11.1.1. Perencanaan drum atas	177
11.1.2. Perencanaan drum bawah	178
11.2. <i>Header</i>	179
11.2.1. <i>Header</i> pada pendidih radiasi	179
11.2.2. <i>Header</i> pada superheater	180
11.2.3. <i>Header</i> pada ekonomiser	181

BAB XII SISTEM PEMBAKARAN DAN EFISIENSI TERMAL KETEL UAP

12.1. Pembakar (<i>burner</i>)	183
12.2. Perencanaan Pembakar	186
12.3. Efisiensi Termal Ketel Uap	187

BAB XIII PERALATAN TAMBAHAN DAN PENGOPERASIAN KETEL UAP

13.1. Alat – alat Ukur	190
13.1.1. Alat pengukur tekanan	190
13.1.2. Alat pengukur kapasitas aliran	191
13.1.3. Alat pengukur temperatur	192
13.2. Peluit Keamanan	192
13.3. Karbondioksida (CO ₂) <i>Recorder</i>	193
13.4. Gelas Penduga	194
13.5. Sumbat Penduga	195
13.6. Katup – Katup	195



13.6.1. Katup pengisi	195
13.6.2. Katup uap (<i>stop valve</i>)	196
13.6.3. Katub pembuang (<i>blow off connection</i>)	197
13.6.4. Katub keamanan	197
13.7. Pengoperasian Awal Ketel Uap	198
13.8. Menghidupkan Ketel Uap	200
13.9. Mematikan Ketel Uap	201
BAB XIV PENUTUP	
14.1. Hasil Perancangan	202
DAFTAR PUSTAKA	208
LAMPIRAN	230