

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN SOAL	vi
INTISARI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Permasalahan dan Batasan Masalah	2
1.3. Prinsip Kerja Generator Uap	3
BAB II DASAR PERENCANAAN	
2.1 Proses Termodinamika pada Generator Uap	8
2.2 Perencanaan Dasar	
2.2.1 Perencanaan Proses pada Generator Uap	10
2.2.2 Kebutuhan Air Isian Generator Uap	14
2.2.3 Kebutuhan Kalor Generator Uap	18
BAB III PEMBAKARAN	
3.1 Pemilihan Bahan Bakar	20

3.2	Komposisi Bahan Bakar	22
3.3	Nilai Kalor Bahan Bakar	23
3.4	Kebutuhan Udara Pembakaran	24
3.5	Perhitungan Pembakaran	25
3.6	Efisiensi Termal Generator Uap	31
3.7	Parameter Unjuk Kerja	34
 BAB IV DAPUR DAN PIPA-PIPA DIDIH RADIASI		
4.1	Dapur	39
4.2	Perencanaan Bentuk dan Dimensi Dapur	42
4.3	Pipa Didih Radiasi	42
4.4	Kalor yang Diserap oleh Dapur	49
4.5	Kalor yang dipancarkan ke Pipa Didih Radiasi	52
4.6	Tinjauan Kekuatan Pipa Didih Radiasi	54
 BAB V SUPERHEATER		
5.1	Kecepatan Aliran Uap	56
5.2	Kesetimbangan Kalor	58
5.3	Rugi Tekanan Gas Asap	75
5.4	Penurunan Tekanan Uap	77
5.5	Tinjauan Kekuatan Pipa-pipa Superheater	81
 BAB VI PIPA DIDIH KONVEKSI		
6.1	Dimensi Pipa	83
6.2	Kesetimbangan Kalor	84
6.3	Rugi Tekanan Aliran Gas Asap	95

6.4	Tinjauan Kekuatan Pipa Didih Konveksi	96
6.5	Dimensi <i>Cavity</i>	97
6.6	Kesetimbangan Kalor	98
 BAB VII EKONOMISER		
7.1	Dimensi Pipa-pipa Ekonomiser	104
7.2	Kecepatan Aliran Air Isian	105
7.3	Kesetimbangan Kalor	107
7.4	Rugi Tekanan Aliran Gas Asap	114
7.5	Penurunan Tekanan Air Isian	115
7.6	Tinjauan Kekuatan Pipa-pipa Ekonomiser	121
 BAB VIII <i>AIR HEATER</i>		
8.1	Dimensi Pipa	124
8.2	Kesetimbangan Kalor	125
8.3	Rugi Tekanan Gas Asap	135
8.4	Rugi Tekanan Aliran Udara Pembakar	136
8.5	Tinjauan Temperatur Pipa-pipa <i>Air Heater</i>	137
 BAB IX SIRKULASI AIR ISIAN		
9.1	Deskripsi Sirkulasi Air Isian	140
9.2	Penyerapan Kalor dan Laju Aliran Massa pada Pipa-pipa Naik	142
9.3	Perencanaan Pipa-pipa Turun	146
9.3.1	Perencanaan Pipa-pipa Turun D_1	146
	A. Rugi Tekanan Zat Alir pada Pipa-pipa Naik R_1	146
	B. Pemilihan Pipa-pipa Turun D_1	149

9.3.2	Perencanaan Pipa-pipa Turun D ₂ dan D ₃	152
	A. Rugi Tekanan Zat Alir pada Pipa-pipa Naik R ₂	152
	B. Rugi Tekanan Zat Alir pada Pipa-pipa Naik R ₃	156
	C. Pemilihan Pipa-pipa Turun D ₂	159
	D. Pemilihan Pipa-pipa Turun D ₃	164
	E. Pemilihan Pipa-pipa Turun D ₄ dan D ₅	168
9.4	Tinjauan Kekuatan Pipa-pipa Turun	171
BAB X	DRUM DAN <i>HEADER</i>	
10.1	Perencanaan Drum	172
	10.1.1 Perencanaan Drum Atas	172
	10.1.2 Perencanaan Drum Bawah	174
10.2	Perencanaan <i>Header</i>	175
	10.2.1 Perencanaan <i>Header Ekonomiser</i>	175
	10.2.2 Perencanaan <i>Header</i> Pipa Didih Radiasi	176
	10.2.3 Perencanaan <i>Header Superheater</i>	178
BAB XI	SISTEM TARIKAN	
11.1	Rugi tekanan Aliran Udara Pembakar	182
11.2	Rugi Tekanan Aliran Gas Asap	189
11.3	Perencanaan Cerobong	197
11.4	Perencanaan Fan	201
BAB XII	ALAT KELENGKAPAN GENERATOR UAP	
12.1	Periengkapan Bantu Generator Uap	205
	12.1.1 Katub Pengaman	205

12.1.2	Gelas Penduga	207
12.1.3	Peluit Bahaya	209
12.1.4	Prop Timah	210
12.1.5	Manometer	211
12.1.6	Katub Pembersih	212
12.1.7	Katub Uap	212
12.1.8	Katub Air Isian	212
12.2	Perlengkapan Tambahan Generator Uap	213
12.2.1	Instalasi Pengabut Bahan Bakar	213
12.2.2	Pompa Air Isian	215
12.2.3	Air Isian Generator Uap	216
BAB XIII	PENUTUP	220
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 11.1. Pengaturan Referensi batas-batas Stack Effect (SE)dalam in. H ₂ O/ft tinggi cerobong	191
Tabel 11.2. Volume spesifik udara dan gas asap pada kondisi referensi 1000 R dan 1 atm	201
Tabel 11.3 Efisiensi mekanis <i>fan</i> (η_f) dan faktor kompresibilitas (k)	203
Tabel 12.1. Spesifikasi air isian generator uap	219

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Skema Instalasi Ketel uap	3
Gambar 1.2.	Skema Generator Uap yang Menghasilkan Uap Panas Lanjut .	4
Gambar 1.3.	Skema Generator Uap yang menghasilkan Uap Panas Lanjut Memakai Ekonomiser	6
Gambar 1.4.	Distribusi Proses pada Generator Uap yang Memakai Ekonomiser	7
Gambar 2.1.	Proses Terjadinya Uap pada Generator Uap	8
Gambar 2.2.	Skema Aliran Fluida dan Perencanaan Proses	11
Gambar 3.1.	Skema Pengabutan Minyak Bakar	21
Gambar 3.2.	Sistem Pengabutan Tekan Minyak Bakar	22
Gambar 3.4.	Entalpy Gas Asap diatas 77 °F pada 30 mm Hg	38
Gambar 4.1.	Bentuk dan Dimensi Dapur	41
Gambar 4.2.	Hubungan antara Suhu Gas Asap Keluar Dapur dengan <i>Heat Release Rate</i> Untuk Berbagai Jenis Bahan Bakar	46
Gambar 4.3.	Faktor Efektivitas Dinding Ruang Bakar	46
Gambar 4.4.	Emisivitas Uap Air pada Tekanan 1 atm	47
Gambar 4.5.	Emisivitas Karbondioksida pada Tekanan 1 atm	47
Gambar 4.6.	Faktor Koreksi Perpindahan Kalor Radiasi Campuran CO ₂ dan H ₂ O	48
Gambar 4.7.	Konstruksi Dinding Dapur	49
Gambar 5.1.	Ukuran Bagian Dapur yang Memancarkan Kalor Radiasi ke <i>Superheater</i>	58



Gambar 5.2.	Dimensi Casing <i>Superheater</i>	63
Gambar 5.3.	Faktor Sifat Gas, Kre untuk Menghitung Bilangan Reynold Gas Asap atau Udara	63
Gambar 5.4.	Viskositas Absolut Uap Jenuh dan Uap Panas Lanjut	64
Gambar 5.5.	Faktor Geometri Kecepatan Konveksi Aliran Longitudinal, h_1' untuk Udara Gas atau Uap	65
Gambar 5.6.	Faktor Temperatur F_T untuk Aliran Longitudinal Udara Gas atau Uap	66
Gambar 5.7.	Pengaruh Temperatur Film, T_f dan Kadar Air pada Sifat- sifat Fisik, F_{pp} untuk aliran longitudinal gas	66
Gambar 5.8.	Koefisien Perpindahan Kalor Radiasi Dasar h_r	68
Gambar 5.9.	Tekanan Parsial CO_2 dan H_2O , P_r untuk Bahan Bakar <i>Fuel Oil</i>	69
Gambar 5.10.	Panjang Radiasi rata-rata, L , untuk susunan pipa <i>inline</i>	69
Gambar 5.11.	Pengaruh Bahan bakar, tekanan parsial (CO_2 dan H_2O) dan panjang radiasi rata-rata terhadap koefisien perpindahan kalor radiasi	69
Gambar 5.12.	Pengaruh Temperatur film, T_f dan Kadar Air Sifat-sifat Fisik F_{pp} untuk aliran longitudinal Uap	70
Gambar 5.13.	Kalor Spesifik Gas Asap, C_p	74
Gambar 5.14.	Faktor Depth Rugi Tekanan Gas Asap untuk Jumlah Baris Pipa Menyilang Rangkaian Pipa	74
Gambar 5.15.	Faktor Gesekan Sebagai Pengaruh Bilangan Reynold terhadap Berbagai Susunan Pipa untuk Aliran Silang Gas atau Udara ..	75



Gambar 5.16.	Kekasaran Relatif Permukaan Pipa untuk Berbagai Jenis Bahan	76
Gambar 5.17.	Rugi Belokan Pipa yang Dinyatakan sebagai <i>Head</i> Kecepatan	79
Gambar 6.1.	Dimensi <i>Casing</i> Pipa Didih Konveksi	86
Gambar 6.2.	Faktor Geometri dan Kecepatan Konveksi Dasar Aliran Menyilang h'_o untuk Gas dan Udara	87
Gambar 6.3.	Pengaruh Temperatur Film T_f dan Kadar Uap Air pada Sifat-sifat Fisik F_{pp} untuk Aliran Menyilang Gas	88
Gambar 6.4.	Faktor Depth Perpindahan Kalor F_d untuk Jumlah Baris Pipa Menyilang Rangkaian Pipa ($F_d = 1$, jika Letak Rangkaian Pipa Didahului oleh Belokan, <i>Screen</i> atau <i>Damper</i>)	89
Gambar 6.5.	Faktor Susunan, Sebagai Pengaruh Nilai Bilangan Reynold untuk Berbagai Susunan Pipa <i>In-line</i> pada Aliran Menyilang Gas atau Udara	89
Gambar 6.6.	Konstruksi Dinding <i>Casing</i> Pipa Didih Konveksi dengan Isolasi	92
Gambar 6.7.	Dimensi <i>Cavity</i>	97
Gambar 7.1.	Dimensi <i>Casing</i> Ekonomiser	108
Gambar 7.2.	Viskositas Absolut Berbagai Jenis Cairan	117
Gambar 8.1.	Konstruksi Pemanas Udara	124
Gambar 8.2.	Kalor Spesifik Rata-rata Udara c_p , pada Tekanan 1 atm	126
Gambar 8.3.	Faktor Koreksi F untuk Suatu Aliran 1 pass Alat Penukar Kalor Aliran Menyilang dengan Suatu Fluida Bercampur dan Fluida yang lain Tak Bercampur	127



Gambar 8.4.	Dimensi <i>Casing Air Heater</i>	130
Gambar 8.5.	Pengaruh Temperatur Film Tf dan Kadar Air Pada Sifat-sifat Fisik Fpp untuk Aliran Menyilang Udara	130
Gambar 9.1.	Skema Sirkulasi Alam pada Generator Uap	140
Gambar 9.2.	Skema Susunan Pipa Naik dan Pipa Turun	142
Gambar 9.3.	Persentase SBV dan SBW yang Dijijinkan Berdasarkan Tekanan Kerja	144
Gambar 11.1	Viskositas Absolut Beberapa Macam Gas pada Tekanan Atmosfir	185
Gambar 11.2.	Rugi-rugi Belokan Sudut 90° Saluran Segi Empat	186
Gambar 11.3.	Faktor Rugi-rugi Kontraksi untuk Sudut $\beta > 30^{\circ}$	186
Gambar 11.4.	Faktor Rugi-rugi Ekspansi untuk Berbagai Sudut	187
Gambar 11.5.	Hubungan antara Temperatur Gas Asap Keluar Cerobong dan Dimensi Cerobong	199
Gambar 12.1.	Katub Pengaman	206
Gambar 12.2.	Gelas Penduga	207
Gambar 12.3.	Peluit Bahaya	209
Gambar 12.4.	Prop Timah	210
Gambar 12.5.	Manometer <i>Bourdon</i>	211
Gambar 12.6.	Pembakar Minyak Bakar	213
Gambar 12.7.	Sistem Pengabutan Bahan Bakar Minyak	214
Gambar 12.8.	Kandungan Silika yang Dijijinkan pada Air Isian Generator Uap	218