

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
MOTTO	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR .....	i
HALAMAN SOAL .....	iii
INTISARI .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR NOTASI .....	xiv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Pengertian .....	1
1.2. Klasifikasi Generator Uap .....	2
1.3. Proses Termodinamika pada Generator Uap .....	5
1.4. Sirkulasi Air .....	7
1.5. Bagian-Bagian Utama Generator Uap .....	8
1.6. Bagian-Bagian Penunjang Generator Uap .....	9
<b>BAB II. DASAR PERENCANAAN</b>	
2.1. Permasalahan dan Pemilihan Generator Uap .....	12
2.2. Satuan yang Digunakan .....	12
2.3. Perencanaan Dasar .....	13
2.4. Udara Pembakaran .....	14
2.5. Diagram Alir Sistem .....	15
2.6. Kebutuhan Kalor Generator Uap .....	15
<b>BAB III. PEMBAKARAN BAHAN BAKAR</b>	
3.1. Komposisi Bahan Bakar .....	17
3.2. Nilai Kalor Bahan Bakar .....	18
3.3. Kebutuhan Udara Pembakaran .....	19

3.4. Komposisi Gas Asap .....	21
3.5. Kebutuhan Bahan Bakar .....	22
<b>BAB IV. DAPUR DAN PIPA-PIPA DIDIH RADIASI</b>	
4.1. Dapur .....	24
4.1.1. Macam-Macam Dapur .....	25
4.1.2. Perencanaan Bentuk dan Dimensi Dapur .....	26
4.2. Pipa-Pipa Didih Radiasi .....	27
4.3. Perhitungan Suhu Keluar Dapur .....	28
4.4. Rugi Kalor Pada Dinding Dapur .....	34
4.5. Tinjauan Kekuatan Pipa-Pipa Didih Radiasi .....	37
<b>BAB V. SCREEN</b>	
5.1. Perencanaan <i>Screen</i> .....	41
5.2. Perpindahan Panas .....	42
5.2.1. Perpindahan Panas Radiasi Langsung dari Dapur .....	42
5.2.2. Perpindahan Panas Radiasi Antar Pipa dan Konveksi ...	43
5.3. Kerugian Tekanan Gas Asap pada <i>Screen</i> .....	50
<b>BAB VI. SUPERHEATER</b>	
6.1. Perencanaan Superheater .....	54
6.1.1. Kestimbangan Kalor Antara Gas Asap dan Uap .....	55
6.1.2. Kalor yang Diserap Superheater .....	56
6.2. Rugi Kalor Melalui Dinding Superheater .....	62
6.3. <i>Cavity</i> .....	64
6.3.1. Radiasi <i>Cavity</i> .....	64
6.3.2. Rugi Kalor Melalui Dinding <i>Cavity</i> .....	66
6.4. Penurunan Tekanan Uap dan <i>Draft Loss</i> .....	68
6.5. Tinjauan Kekuatan Pipa .....	70
<b>BAB VII. EKONOMISER</b>	
7.1. Perencanaan Pipa-Pipa Ekonomiser .....	76
7.2. Kalor yang Diserap Ekonomiser .....	77
7.3. Rugi Kalor Melalui Dinding .....	79
7.4. Penurunan Tekanan Uap dan <i>Draft Loss</i> .....	81

7.5. Tinjauan Kekuatan Pipa .....	82
<b>BAB VIII. AIR HEATER</b>	
8.1. Perencanaan <i>Air Heater</i> .....	84
8.2. Keseimbangan Kalor .....	85
8.3. Rugi Kalor Melalui Dinding .....	89
8.4. Penurunan Tekanan Udara dan <i>Draft Loss</i> .....	91
8.5. Temperatur Pipa .....	92
<b>BAB IX. SIRKULASI AIR ISIAN</b>	
9.1. Sirkulasi Alam .....	94
9.2. Sirkulasi Paksa .....	94
9.3. Prinsip Sirkulasi Alam .....	96
9.4. Kerugian Tekanan Aliran Air dan Uap .....	97
9.5. Penyerapan Kalor dan Laju Aliran Massa pada Pipa-Pipa Naik ...	100
9.6. Perencanaan Pipa-Pipa Turun .....	102
9.6.1. Perencanaan Pipa-Pipa Turun 1 .....	102
9.6.1.1. Rugi Aliran pada Pipa-Pipa Naik (R1) .....	102
9.6.1.2. Pemilihan Pipa-Pipa Turun 1 .....	105
9.6.2. Perencanaan Pipa-Pipa Turun 2 .....	106
9.6.2.1. Rugi Aliran pada Pipa-Pipa Naik (R2) .....	106
9.6.2.2. Pemilihan Pipa-Pipa Turun 2 .....	108
9.6.3. Perencanaan Pipa-Pipa Turun 3 dan 4 .....	110
9.6.3.1. Rugi Aliran Pada Pipa-Pipa Naik (R3 = R4) ...	110
9.6.3.2. Perencanaan Pipa-Pipa Turun 3 dan 4 .....	112
<b>BAB X. SISTEM TARIKAN</b>	
10.1. Cerobong .....	115
10.1.1. Perencanaan Cerobong .....	115
10.2. Fan .....	119
10.2.1. Fan Penghembus Udara .....	120
10.2.2. Fan Penghisap Gas Asap .....	125
<b>BAB XI. HEADER, DRUM DAN POMPA</b>	
11.1. <i>Header</i> .....	131

11.1.1. Header pada Pendidih Radiasi .....	132
11.1.2. Header pada Superheater .....	133
11.1.3. Header pada Ekonomiser .....	134
11.2. Drum .....	136
11.2.1. Perencanaan Drum Atas .....	136
11.2.2. Peremcnaan Drum Bawah .....	137
11.3. Pompa Air Isian .....	137
11.3.1. Faktor-Faktor Dalam Pemilihan Pompa .....	138
11.3.2. Pemilihan Pompa .....	139
BAB XII. PENGATURAN TEMPERATUR	
BAB XIII EFISIENSI TERMAL GENERTOR UAP	
BAB XIV BURNER DAN ALAT PERLENGKAPAN	
14.1. Burner .....	147
14.2. Alat Perlengkapan .....	151
14.2.1. Katup Pengaman / <i>Savety Valve</i> .....	151
14.2.2. Manometer .....	153
14.2.3. Gelas Penduga .....	154
14.2.4. Garis Api .....	155
14.2.5. Peluit Bahaya .....	156
14.2.6. Prop Timah .....	157
14.2.7. Katup Air Umpan / <i>Feed Water Valve</i> .....	158
14.2.8. Keran uap / <i>Steam Valve</i> .....	158
14.2.9. Keran Pembersih / <i>Blow Down Valve</i> .....	159
14.2.10. Pemisah Uap / <i>Steam Separator</i> .....	160
BAB XV. PERLAKUAN AIR ISIAN DAN PERSIAPAN PENGOPERASIAN	
15.1. Pengolahan Air Isian .....	163
15.1.1. Pengolahan Air Isian Secara Luar .....	163
15.1.2. Pengolahan Air Isian Secara Dalam .....	167
15.1.3. Proses Pemisahan Minyak .....	168
15.2. Pencegahan Korosi .....	169
15.3. <i>Blow Down</i> .....	170



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**Perencanaan Generator Uap Kapasitas 6 Ton / Jam, Tekanan 30 ATM Suhu Dapat Diatur Antara  
300-400  
derajat celcius**

Bobby Asmanov, Ir. Arief Darmawan

Universitas Gadjah Mada, 2002 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

15.4. Spesifikasi Air Isian .....	170
15.5. Persiapan Pengoperasian Awal .....	172

## BAB XVI PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA .....	xx
----------------------	----

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi bahan bakar di Indonesia .....	17
Tabel 3.2. Komposisi udara atmosfer .....	19
Tabel 3.3. Kebutuhan udara pembakaran dan hasil pembakaran .....	20
Tabel 3.4. Kebutuhan udara pembakaran teoritis .....	20
Tabel 3.5. Komposisi gas asap dalam persen berat dan persen volume .....	22
Tabel 9.1. Perbandingan luas permukaan dan penyerapan kalor radiasi dapur oleh kelompok pipa-pipa didih radiasi .....	95
Tabel 10.1. <i>Stack effect</i> untuk tiap ft vertikal .....	126
Tabel 12.1. Jumlah uap keluar berdasarkan suhu uap keluar generator .....	142

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Proses pada generator uap .....	6
Gambar 1.2.	Sirkulasi air isian generator uap .....	8
Gambar 2.1.	Konstruksi pipa-pipa didih radiasi .....	13
Gambar 2.2.	Aliran fluida dan perencanaan proses .....	15
Gambar 4.1.	Perencanaan bentuk dan dimensi ruang bakar .....	27
Gambar 4.2.	Radiasi dinding dapur dan barisan pipa sejajar dinding .....	32
Gambar 4.3.	Faktor perpindahan panas total dalam dapur .....	33
Gambar 4.4.	Fluks panas dalam dapur .....	34
Gambar 4.5.	Konstruksi dinding dapur .....	35
Gambar 4.6.	Konduktivitas termal berbagai bahan dinding dapur .....	36
Gambar 4.7.	Konduktivitas permukaan pada berbagai kecepatan aliran Udara .....	37
Gambar 4.8.	Radiasi oleh CO <sub>2</sub> .....	39
Gambar 4.9.	Radiasi oleh H <sub>2</sub> O .....	40
Gambar 5.1.	Faktor properti gas untuk menentukan .....	44
Gambar 5.2.	Faktor kecepatan konveksi dan geometri dasar aliran silang ( $h_c'$ ) .....	45
Gambar 5.3.	faktor properti fisik ( $F_{pp}$ ) .....	45
Gambar 5.4.	Faktor susunan yang dipengaruhi oleh bilangan reynold untuk berbagai susunan pipa <i>in-line</i> aliran silang untuk udara atau gas asap .....	46
Gambar 5.5.	Faktor kedalaman perpindahan kalor ( $F_d$ ) .....	46
Gambar 5.6.	Koefisien perpindahan kalor radiasi dasar ( $h_r'$ ) .....	48
Gambar 5.7.	Tekanan parsial ( $p_r$ ) untuk bahan bakar minyak .....	48
Gambar 5.8.	<i>Mean radiating length</i> (L) .....	49
Gambar 5.9.	Faktor bahan bakar .....	49
Gambar 5.10.	Faktor pengotoran ( $K_f$ ) .....	49
Gambar 5.11.	Kalor jenis rata-rata gas asap ( $c_p$ ) .....	50
Gambar 5.12.	Faktor gesekan yang dipengaruhi oleh bilangan reynold untuk	

	Bermacam-macam susunan pipa aliran silang gas atau udara	51
Gambar 5.13.	Faktor kedalaman <i>draft loss</i> untuk jumlah baris pipa meyilang	52
Gambar 6.1.	Viskositas absolut uap jenuh dan uap panas lanjut	58
Gambar 6.2.	Faktor kecepatan dan geometri aliran konveksi pada aliran Longitudinal	61
Gambar 6.3.	Pengaruh temperatur film $T_f$ dan tekanan pada faktor properti fisik ( $F_{pp}$ )	61
Gambar 6.4.	Faktor temperatur $F_T$ , alirang longitudinal udara, gas atau uap	62
Gambar 6.5.	Susunan lapisan dinding superheater	63
Gambar 6.6.	Kekasaran relatif berbagai permukaan saluran	72
Gambar 6.7.	Hubungan bilangan reynold- faktor gesekan untuk menentukan penurunan tekanan fluida yang melalui saluran tertutup	73
Gambar 6.8.	Koefisien belokan	74
Gambar 8.1.	Perencanaan <i>air heater</i>	84
Gambar 8.2.	Pengaruh temperatur film $T_f$ dan <i>moisture</i> pada faktor properti fisik $F_{pp}$ pada gas dalam aliran longitudinal	87
Gambar 9.1.	%SBV dan %SBW yang diijinkan berdasarkan tekanan kerja	95
Gambar 9.2.	Skema sirkulasi alam pada generator uap	96
Gambar 9.3.	Skema susunan pipa-pipa didih dan turun	99
Gambar 9.4.	Viskositas absolut beberapa jenis fluida	103
Gambar 10.1.	Dimensi cerobong berdasarkan laju aliran gas asap	116
Gambar 10.2.	Hubungan diameter dan tinggi cerobong dengan cerobong keluar gas asap	117
Gambar 10.3.	Tarikan cerobong	118
Gambar 10.4.	Faktor gesekan	118
Gambar 10.5.	Koefisien rugi tekanan pada saluran <i>rectangular</i> dengan sudut $90^\circ$	122
Gambar 10.6.	Faktor kontraksi penampang $N_c$	123
Gambar 10.7.	Faktor ekspansi penampang $N_e$	123
Gambar 12.1.	Perencanaan pengaturan uap	141
Gambar 12.2.	Grafik T terhadap $m'$	142



Gambar 14.1.	<i>Circula burner</i>	148
Gambar 14.2.	<i>S-type burner for oil and gas</i>	149
Gambar 14.3.	<i>DRB-XCL™ type burner for reduced emissions</i>	150
Gambar 14.4.	Katup pengaman	152
Gambar 14.5.	Manometer	153
Gambar 14.6.	Gelas penduga	154
Gambar 14.7.	Peluit bahaya	156
Gambar 14.8.	Prop timah	157
Gambar 14.9.	Keran pengisi air umpan	158
Gambar 14.10.	Keran uap / <i>Steam valve</i>	159
Gambar 14.11.	Keran pembersih	160
Gambar 14.12.	Drum uap dengan tiga baris separator siklon primer	161

## DAFTAR LAMBANG

### 1. Huruf Latin

$A$	=	luas permukaan, $\text{ft}^2$
$A'$	=	luas proyeksi diameter pipa, $\text{ft}^2$
$A_a$	=	luas permukaan aliran air dalam pipa, $\text{ft}^2$
$A_{cp}$	=	luas permukaan penyerap panas ekuivalen, $\text{ft}^2$
$A_d$	=	luas permukaan yang bersinggungan dengan udara luar, $\text{ft}^2$
$A_g$	=	luas penampang aliran bebas gas asap, $\text{ft}^2$
$A_p$	=	persentase luas penyerapan dikalikan dengan luas planar, $\text{ft}^2$
$A_R$	=	<i>Refractory surface</i> , $\text{ft}^2$
$A_s$	=	luas aliran penampang uap, $\text{ft}^2$
$A_{sc}$	=	luas penampang <i>screen</i> , $\text{ft}^2$
$A_T$	=	luas permukaan dinding dapur, $\text{ft}^2$
$A_u$	=	luas penampang aliran udara pada <i>air heater</i> , $\text{ft}^2$
$B$	=	tekanan udara luar, in Hg
$b$	=	tinggi saluran <i>rectangular</i> gas asap/udara, ft
CFM	=	<i>cubic feet minutes</i>
$c_p$	=	kalor jenis gas asap, Btu/lbm °F
$d$	=	lebar saluran <i>rectangular</i> udara/gas asap, ft
$D_e$	=	diameter ekuivalen, in atau ft
$D_i$	=	diameter dalam pipa, in atau ft
$D_o$	=	diameter luar pipa, in atau ft
$E$	=	efisiensi pelembaban / <i>ligament</i>
$f$	=	faktor gesekan
$F$	=	faktor perpindahan panas total
$F_a$	=	faktor susunan pipa
$F_d$	=	faktor kedalaman
$F_{pp}$	=	faktor properti fisik
$F_s$	=	faktor efektivitas radiasi antar pipa
$F_t$	=	faktor temperatur