

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Perancangan	3
BAB II DASAR PERENCANAAN	5
2.1. Gambaran Umum Peralatan	5
2.2. Pengamatan terhadap Industri Kecil Rengginang	7
2.3. Perencanaan Generator Uap, <i>Steam Box</i> dan <i>Dryer</i>	9
2.4. Perencanaan Pemakaian Uap	10
BAB III PEMBAKARAN	17
3.1. Kebutuhan Kalor Generator Uap	17
3.2. Bahan Bakar	18
3.3. Pembakaran Bahan Bakar Padat/Batubara	20
3.4. Komposisi Bahan Bakar	21
3.5. Nilai Kalor Bahan Bakar	21
3.6. Kebutuhan Udara Pembakaran	22
3.7. Perhitungan Pembakaran	23
3.8. Perhitungan Efisiensi	29
3.9. Parameter Performansi	31
3.10. Biaya Bahan Bakar	34
BAB IV GENERATOR UAP	38
4.1. Dasar Perencanaan Generator Uap	38

4.3. Komponen Generator Uap	40
4.4. Perencanaan Generator Uap	42
BAB V ALAT PERLENGKAPAN GENERATOR, POMPA, FAN DAN SISTEM PERPIPAAN	63
5.1. Alat Perlengkapan Generator Uap	63
5.2. Sistem Perpipaan	69
5.3. Pompa	70
5.4. Fan Penghembus Udara	72
BAB VI STEAM BOX	74
6.1. Gambaran Umum	74
6.2. Dasar Perencanaan	74
6.3. Perencanaan Peralatan	74
6.4. Ukuran Ruang Penampung Uap didalam <i>Steam Box</i>	91
BAB VII ALAT PENERING RENGGINANG	92
7.1. Pendahuluan	92
7.2. Dasar Perencanaan	96
7.3. Perencanaan Alat Peningring	97
BAB VIII ALAT CETAK RENGGINANG	110
BAB IX BIAYA PEMBUATAN	112
BAB X PENGOPERASIAN PERALATAN	
10.1. Pengoperasian Awal Peralatan	116
10.2. Menghidupkan Generator Pengoperasian <i>Steam Box</i>	117
10.3. Pengoperasian <i>Steam Box</i>	118
10.4. Pengoperasian <i>Dryer</i>	118
10.5. Mematikan Generator Uap	119
BAB XI PENUTUP	120
11.1 Kesimpulan	121
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Peralatan Pembuatan Rengginang	6
Gambar 2.2 Proses pemanasan awal air didalam generator uap	11
Gambar 2.3 Siklus <i>Rankine</i>	12
Gambar 3.1 Grafik hubungan antara enthalpi dan temperatur gas hasil pembakaran	33
Gambar 4.1. <i>Vertical fire tubes boiler tipe submerged tube</i>	39
Gambar 4.2. Cara pemasangan pipa pada tube sheet	42
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara kalor input generator dan diameter minimal dari dapur	44
Gambar 4.4 Grafik Faktor sifat gas asap untuk menentukan bilangan Reynould.	48
Gambar 4.5 Faktor kecepatan konveksi dan geometri dasar aliran longitudinal.	48
Gambar 4.6 Grafik pengaruh temperatur film dan <i>moisture</i> pada faktor properti fisik	49
Gambar 4.7 Grafik untuk menentukan faktor Temperatur.	49
Gambar 4.8 Grafik untuk menentukan koefesien radiasi dasar.	50
Gambar 4.9 Tekanan parsial (Pr) untuk bahan bakar batubara.	50
Gambar 4.10 Panjang berkas radiasi rata-rata.	50
Gambar 4.11 Faktor bahan bakar	51
Gambar 4.12 Kalor spesifik rata-rata.	52
Gambar 4.13 Grafik untuk mencari konstanta A untuk bahan SA 285 C	60
Gambar 4.14 Grafik untuk mencari konstanta B untuk bahan SA 285 C	61
Gambar 4.15 Grafik hubungan antara konstanta A dan B untuk bahan baja Austenit	62
Gambar 5.1 Katup Pengaman	64
Gambar 5.2 Manometer Bourdon	65
Gambar 5.3 Pemasangan gelas penduga pada generator uap	67
Gambar 5.4 <i>Globe Valve dan Check Valve</i>	67

Gambar 5.5	Katup pada pipa <i>Blow Down</i>	68
Gambar 6.1	Aliran Uap yang terjadi didalam ruang pemanas <i>steam box</i>	75
Gambar 6.2	Skema dinding <i>steam box</i>	81
Gambar 6.3	Skema tahanan panas pada dinding <i>steam box</i>	81
Gambar 7.1	Gambar skema berbagai pengering	95
Gambar 7.2	Skema <i>Tray Dryer</i> yang direncanakan	96
Gambar 7.3	Grafik untuk mencari faktor gesekan dan faktor koreksi untuk susunan pipa <i>Aligned</i>	105
Gambar 7.4	Koefesien gesekan pada saluran <i>rectangular</i> dengan sudut 90°	107
Gambar 8.1	Skema alat Pres yang direncanakan	111

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Parameter pembanding briket batubara dan minyak tanah	19
Tabel 3.2	Penghematan biaya bahan bakar	20
Tabel 3.3.	Komposisi Udara Atmosfer	23
Tabel 3.4.	Kebutuhan udara dan hasil pembakaran	23
Tabel 3.5.	Kebutuhan Udara Pembakaran Teoritis	25
Tabel 3.6.	Komposisi gas asap dalam persen berat dan persen volume	29
Tabel 6.1	Daftar bilangan Nusselt dan faktor gesekan untuk aliran Laminer yang telah terbentuk secara hidronamik dan termal	78
Tabel 9.1	Biaya total material	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Saturated Water</i> – Tabel Temperatur	124
Lampiran 2 <i>Saturated Water</i> – Tabel Tekanan	126
Lampiran 3 Tabel sifat-sifat udara	128
Lampiran 4 Koefesien entalpi udara dan gas	129
Lampiran 5 Tabel sifat-sifat uap saturasi	130
Lampiran 6 Daftar dan sifat berbagai bahan teknik	132
Lampiran 7 Daftar ukuran standar pipa	141
Lampiran 8 Daftar bahan pipa dan tegangan maksimum yang diijinkan	142
Lampiran 9 Bahan Isolasi	145
Lampiran 10 Tebal minimum pelat untuk <i>fire tube boiler</i> dan tekanan maksimum yang diijinkan pada pipa	147

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

1. Huruf Latin

A	=	luas perpindahan kalor pada pipa, ft^2
A_c	=	luas penampang aliran ruang pemanas, m^2
A_g	=	luas penampang aliran bebas gas asap, ft^2
A_{radiasi}	=	luas permukaan yang terkena radiasi dari ruang bakar
c_p	=	panas spesifik rata-rata, Btu/lb F
D	=	diameter ruang bakar, m
D_h	=	diameter hidrolis saluran, m
D_i	=	diameter dalam pipa, in
D_o	=	diameter luar pipa, in
E	=	efisiensi sambungan, %
E_u	=	energi pada udara pembakaran, Btu/jam
E_{in}	=	input energi, Btu/jam
f	=	koefisien gesekan
F_{pp}	=	faktor properti fisik
F_t	=	faktor temperatur
GCV	=	nilai panas kotor dari bahan bakar, Btu/jam
Gg	=	fluks massa gas asap, $\text{lb}/\text{ft}^2 \text{ h}$
g	=	kecepatan gravitasi bumi (m/s^2)
H	=	entalpi sensible udara pembakaran pada temperatur referensi, Btu/lbm
H	=	<i>head</i> , in air
H_1	=	entalpi uap air pada bahan bakar, Btu/lbm
H_2	=	entalpi uap air pada kondisi standart, Btu/lbm
H_g	=	heat available per massa gas asap, Btu/lbm
h'_1	=	faktor kecepatan konveksi dan geometri dasar aliran longitudinal, $\text{Btu}/\text{h.ft}^2$
h_c	=	entalpi air k/ka

h_{fg}	=	entalpi penguapan air, kJ/kg
h_g	=	entalpi uap, kJ/kg
h_i	=	koefesien konveksi bagian dalam, $W/m^2.K$
h_o	=	koefesien konveksi bagian luar, $W/m^2.K$
h_r	=	koefesien radiasi dasar, Btu/hft^2F
h_{rg}	=	koefisien perpindahan kalor radiasi gas asap, $Btu/h ft^2 F$
h_u	=	koefesien konveksi udara, $W/m^2.K$
HHV	=	<i>higher heating value</i> , nilai kalor tinggi, Btu/lb
K	=	faktor bahan bakar
K	=	faktor kompensasi akibat adanya lubang
k	=	konstanta bahan bakar
k	=	konduktifitas termal fluida, $W/m.K$
K_{Re}	=	Faktor sifat gas asap, ft^2/lb
L	=	panjang radiasi rata-rata, ft
L	=	panjang pipa, in (mm)
L	=	panjang saluran pemanas, m
l	=	panjang shell, mm
L_e	=	panjang ekuivalen <i>conical section</i> , in
LHV	=	<i>lower heating value</i> , nilai kalor rendah, Btu/lb
LMTD	=	Beda Temperatur Rata-rata Logaritmik, $^{\circ}F$
m	=	massa air yang dirubah menjadi uap, kg
\dot{m}	=	laju aliran massa uap, kg/s
\dot{m}_f	=	kebutuhan bahan bakar, lbm/jam
m_f	=	laju kebutuhan bahan bakar, lb/h
$\dot{m}_{gas\ asap}$	=	laju gas asap, lbm/jam
m_g	=	berat gas asap total per 10.000 Btu, lbm
$m_{g'}$	=	gas asap kering yang terbentuk per 10.000 Btu, lbm
m_{gf}	=	gas asap basah dari bahan bakar, lbm
$m_{moisture}$	=	berat air yang dikandung oleh udara kering per 10.000 Btu, lbm

$m_{H_2O-fuel}$	=	berat air yang dikandung bahan bakar per 10.000 Btu, lbm
m_{RK}	=	berat Rengginang kering yang diharapkan, kg
m_{RW}	=	berat air yang masih ada di dalam rengginang, kg
m_u	=	laju aliran uap yang dihasilkan generator, kg/jam
m_{UBC}	=	massa karbon tak terbakar per 100 lbm bahan bakar
m_{ud}	=	laju aliran udara basah ke ruang bakar, lbm/jam
m_{ud}'	=	pengurangan kebutuhan udara karena karbon tak terbakar, lbm/jam
m_{ud-Btu}	=	laju aliran udara basah ke ruang bakar per 10.000 Btu, lbm
$m_{ud}'-Btu$	=	pengurangan kebutuhan udara per 10.000 Btu, lbm
m_{uk-act}	=	kebutuhan udara kering per 10.000 Btu, lbm
m_{ut-Btu}	=	kebutuhan udara pembakaran per 10.000 Btu kalor input
m_{ut-act}	=	kebutuhan udara teoritis sebenarnya per 10.000 Btu, lbm
N	=	jumlah pipa
N_b	=	faktor belokan
NCV	=	kalor yang diterima <i>furnace</i> , M. Watt
N_L	=	jumlah pipa pada arah aliran udara
N_r	=	jumlah ruang pemanas
N_T	=	jumlah pipa tiap baris
Nu	=	bilangan Nusselt
P	=	tekanan, kPa (psi)
P	=	keliling penampang ruang pemanas, m
P_a	=	tekanan maksimum yang diijinkan, psi
P_r	=	tekanan parsial, atm
Q	=	kalor yang diperlukan untuk memanaskan air, kJ/jam
$Q_{in,crown}$	=	kalor yang diterima <i>crown sheet</i> , Btu/jam
<i>sheet</i>		
$Q_{pengeringan}$	=	kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan, kJ
Q_{steam}	=	kalor yang dikandung uap, kJ

$Q_{tersedia}$	=	heat available gas asap, Btu/jam
Ra_L	=	bilangan Rayleigh
Re	=	bilangan Reynould
R_f	=	rugi-rugi uap air pada bahan bakar, %
$R_{g'}$	=	rugi-rugi pada gas asap kering, %
R_i	=	radius shell yang direncanakan, mm
$R_{moisture}$	=	rugi-rugi <i>moisture</i> yang dikandung udara, %
R_{tot}	=	tahanan total dinding, K/W
S	=	tegangan maksimum yang diijinkan bahan, psi (Pa)
SF	=	angka keamanan
S_t	=	jarak antar sumbu pipa pada arah transversal, mm (in)
S_l	=	jarak antar sumbu pipa pada arah longitudinal, mm (in)
t	=	waktu pengolahan, sekon
t	=	tinggi ruang bakar, m
t	=	tebal pelat, in
T	=	tinggi ruang pemanas, m
T	=	temperatur gas asap keluar dari <i>furnace</i> , °C
t_e	=	tebal ekuivalen pelat, in
T_o	=	temperatur referensi, °F
T_{R1}	=	temperatur Rengginang mula-mula, °C
T_{awal}	=	temperatur mula-mula, °C (°F)
T_{in}	=	temperatur gas asap masuk pipa, °F
T_{out}	=	temperatur gas asap keluar pipa, °F
T_s	=	temperatur dinding/temperatur jenuh uap, °F
$T_{saturasi}$	=	temperatur jenuh air isian, °C
U	=	koefisien perpindahan kalor total, Btu/h ft ² F
U	=	kecepatan udara sebelum masuk susunan pipa, m/s
UBC_{loss}	=	rugi-rugi karena karbon tak terbakar
T_f	=	temperatur bahan bakar, °F
T_f	=	temperatur film gas asap, °F

w_{pump}	=	kerja pompa, kJ/kg
W	=	berat air yang dikandung 1 kg bahan bakar, H ₂ O/lbm bb
w	=	lebar ruang pemanas

2. Huruf Yunani

α	=	koefisien diffusivitas termal, m ² /s
β	=	koefisien volumetric ekspansi termal, (K ⁻¹)
β	=	faktor kelengkungan dari head
Φ	=	diameter, mm
χ	=	Faktor koreksi konfigurasi susunan pipa
η	=	efisiensi pembakaran, %
ΔP	=	<i>draft loss</i> /kerugian tekanan, psi (kPa)
ΔT_m	=	<i>Logrithmic mean temperature difference</i>
μ	=	viskositas absolut fluida, lb/h ft (N.s/m ²)
ν	=	viskositas kinematik fluida, m ² /s
v	=	volume jenis fluida masuk, m ³ /kg
ϕ	=	prosentase kandungan air didalam Rengginang, %
ρ	=	massa jenis air, kg/m ³
σ_t	=	tegangan tarik maksimum yang diijinkan (N/m ²)