

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Motto.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Naskah Soal Tugas Akhir.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Notasi Dan Lambang.....	xiii
Intisari.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. 1. Deskripsi Umum Generator Uap (<i>Boiler</i>).....	1
1. 2. Proses Dalam Generator Uap.....	3
1. 3. Jenis – Jenis Generator Uap.....	5
1. 4. Faktor Dalam Pemilihan Dan Perancangan Generator Uap.....	8
1. 5. Spesifikasi Generator uap Yang Direncanakan.....	9
1. 6. Sistem Pengaturan Uap (<i>System Regulating</i>).....	10
BAB II KETEL UAP SCHMIDT – HARTMANN.....	11
2. 1. Aliran Bahan Bakar, Udara, Serta Gas.....	11
2. 2. Aliran Air.....	11
2. 3. Gambar Skema Ketel Uap Schmidt – Hartmann.....	12
2. 4. Konstruksi Ketel Uap Schmidt – Hartmann yang direncanakan.....	13
BAB III BERBAGAI MACAM BAHAN BAKAR.....	16
3. 1. Bahan Bakar Padat.....	16
3. 2. Bahan Bakar Cair.....	17



BAB IV ANALISA PEMBAKARAN	21
4. 1. Bahan Bakar Yang Digunakan.....	21
4. 2. Kondisi Udara Pembakaran.....	22
4. 3. Komposisi Udara Kering.....	22
4. 4. Udara Lebih (<i>Excess Air</i>).....	22
4. 5. Perhitungan Hasil Pembakaran Dan Kebutuhan oksigen teoritis.....	23
4. 6. Perhitungan Kebutuhan Udara Untuk Pembakaran.....	26
4. 7. Perhitungan Gas Hasil Pembakaran.....	27
4. 8. Perhitungan Temperatur Pembakaran.....	29
4. 9. Perhitungan Kalor <i>Boiler</i>	32
4. 10. Menghitung Nilai Kalor Terendah (<i>The Lower Heating Value</i>).....	35
4. 11. Perhitungan Rugi – Rugi Kalor (<i>Heat Losses</i>).....	35
4. 12. Perhitungan Efisiensi Ketel Uap.....	38
BAB V DAPUR (<i>FURNACE</i>) DAN <i>SCREEN</i>	40
5. 1. Desain Dapur Dan <i>Screen</i> Yang Direncanakan.....	40
5. 2. Dapur (<i>Furnace</i>).....	41
5. 3. Pemeriksaan Kekuatan Pipa – Pipa Didih Di Dalam Dapur.....	45
5. 4. <i>Screen</i>	46
5. 5. Pemeriksaan Kekuatan Pipa <i>Screen</i>	52
BAB VI <i>SUPERHEATER</i> DAN <i>BOILER BANK</i>	54
6. 1. Konstruksi <i>Superheater</i> Dan <i>Boiler Bank</i> Yang Direncanakan.....	54
6. 2. <i>Superheater</i>	56
6. 3. Pemeriksaan Kekuatan <i>Superheater</i>	63
6. 4. <i>Boiler Bank</i>	64
6. 5. Pemeriksaan Kekuatan <i>Boiler Bank</i>	68
6. 6. <i>Cavity</i> : <i>Boiler Bank</i> Ke Ekonomiser.....	69



BAB VII EKONOMISER DAN AIR HEATER	76
7. 1. Konstruksi Ekonomiser Dan <i>Air Heater</i>	
Yang Direncanakan.....	76
7. 2. Ekonomiser.....	78
7. 3. Pemeriksaan Kekuatan Ekonomiser.....	83
7. 4. Pemanas Udara (<i>Air Heater</i>).....	84
7. 5. Pemeriksaan Kekuatan <i>Air Heater</i>	90
BAB VIII PENGATURAN <i>EXCESS AIR</i>	91
8. 1. Deskripsi.....	91
8. 2. Analisa Pembakaran.....	91
8. 3. Dapur (<i>Furnace</i>).....	101
8. 4. <i>Screen</i>	103
8. 5. <i>Superheater</i>	110
BAB IX SISTEM TARIKAN	118
9. 1. Definisi Sistem Tarikan.....	118
9. 2. Perhitungan Kerugian Tekan Pada <i>Screen</i>	119
9. 3. Perhitungan Kerugian Tekan Pada <i>Superheater</i>	120
9. 4. Perhitungan Kerugian Tekan Pada <i>Boiler Bank</i>	121
9. 5. Perhitungan Kerugian Tekan Pada Ekonomiser.....	121
9. 6. Perhitungan Kerugian Tekan Pada <i>Air Heater</i>	
(Gas Asap Mengalir Di Dalam Pipa).....	122
9. 7. Perhitungan Hambatan Udara Pada <i>Air Heater</i>	
(Udara Mengalir Di Bagian Luar Pipa).....	123
9. 8. Perhitungan Tekanan Statis Pada <i>Outlet</i>	
<i>Fan</i> Tekan.....	124
9. 9. Perhitungan Tekanan Statis Pada Bagian Dapur.....	126
9. 10. Perhitungan Tekanan Statis Pada Bagian	
<i>Outlet Boiler Bank</i>	130
9. 11. Perhitungan Tekanan Statis Pada Bagian	
<i>Outlet Ekonomiser</i>	130

9. 13. Perhitungan Tekanan Statis Dari <i>Outlet</i>	
<i>Air Heater Ke Inlet Fan Isap</i>	134
9. 14. Perhitungan Rugi Ekspansi Pada Cerobong.....	137
9. 15. Perhitungan Tarikan Cerobong (<i>Stack Draft</i>).....	137
9. 16. Perhitungan Hambatan Cerobong	
(<i>Stack Resistance</i>).....	138
BAB X PENUTUP	141
10. 1. Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	141
10. 2. Peralatan Bantu Generator Uap.....	144
10. 3. Kesimpulan.....	146
Daftar Pustaka	158
Daftar Lampiran	159

Gambar 1. 1. Prinsip kerja generator uap.....	2
Gambar 1. 2. Diagram antara temperatur dan entalpi.....	3
Gambar 2. 1. Konstruksi ketel uap Schmidt – Hartmann.....	14
Gambar 2. 2. Konstruksi ketel uap Schmidt – Hartmann yang akan dirancang.....	15
Gambar 4. 1. Kerugian panas radiasi dalam persen.....	37
Gambar 5. 1. <i>Effectiveness factor</i> daerah dinding dapur.....	42
Gambar 5. 2. Hubungan antara temperatur gas keluar dapur dengan laju panas yang dilepaskan dapur.....	43
Gambar 10. 1. Profil temperatur generator uap.....	145
Gambar 10. 2. Distribusi penyerapan kalor ketel uap.....	146.

Tabel 3. 1. Komposisi batu bara di seluruh dunia.....	17
Tabel 4. 1. Komposisi udara kering.....	22
Tabel 4. 2. Harga kebutuhan excess air pada berbagai peralatan bakar bahan bakar.....	23
Tabel 4. 3. Komposisi unsur bahan bakar untuk tiap 100 lb bahan bakar batu bara.....	24
Tabel 4. 4. Perhitungan hasil pembakaran dan kebutuhan oksigen teoritis – basis mol.....	25
Tabel 4. 5. Perhitungan jumlah gas asap dan jumlah udara – basis massa.....	28
Tabel 10. 1. Kondisi operasi boiler pada berbagai kapasitas uap.....	144
Tabel 10. 2. Kondisi operasi fan.....	147

- A Luas permukaan pemanasan, m^2 atau ft^2 .
- A_a Luas daerah aliran bebas minimum udara, m^2 atau ft^2 .
- A_g Luas daerah aliran bebas minimum gas, m^2 atau ft^2 .
- A_p Luas permukaan yang mengabsorpsi radiasi, m^2 atau ft^2 .
- A_s Luas bidang aliran uap, m^2 atau ft^2 .
- B Tekanan barometer, in Hg.
- C_p Panas spesifik rata – rata gas asap, Btu/lb F.
- C_{ps} Panas spesifik rata – rata uap, Btu/lb F.
- D Diameter luar pipa, in atau ft.
- D_e Diameter dalam pipa, in atau ft.
- D_i Diameter cerobong, in atau ft.
- D_i Diameter dalam pipa, in atau ft.
- D_o Diameter luar pipa, in atau ft.
- E Energi dalam total sistem, Btu/mol.
- F Faktor koreksi *crossflow air heater*.
- F_a Faktor pengaturan.
- F_d Faktor koreksi pipa.
- F_d Faktor panjang perpindahan kalor.
- F_e *Effectiveness factor*.
- F_{pp} Faktor sifat fisik.
- F_s *Effectiveness factor*.
- F_T Faktor temperatur.
- f Faktor gesekan.
- G_a Fluks massa udara, lb/jam ft^2 .
- G_g Fluks massa gas, lb/jam ft^2 .
- G_s Fluks massa uap, lb/jam ft^2 .
- H Entalpi, kJ/kg atau Btu/lb.

- h Kerugian panas, Btu/lb.
- h_c' Faktor kecepatan dan geometri aliran melintang konveksi dasar, Btu/jam ft² F.
- h_{ca} Koefisien perpindahan kalor konveksi *crossflow* untuk udara, Btu/jam ft² F.
- h_{cg} Koefisien perpindahan panas konveksi, Btu/jam ft² F.
- h_g Koefisien perpindahan panas gabungan, Btu/jam ft² F.
- h_l' Faktor kecepatan dan geometri konveksi dasar aliran longitudinal, Btu/jam ft² F.
- h_o Panas yang diserap dapur, Btu/lb.
- h_r' Koefisien perpindahan kalor radiasi dasar, Btu/jam ft² F.
- h_{rg} Koefisien perpindahan kalor radiasi, Btu/jam ft² F.
- h_s Koefisien perpindahan panas konveksi uap, Btu/jam ft² F.
- K Faktor bahan bakar.
- K_{Re} Faktor sifat gas, jam ft²/lb.
- L *Mean radiating length*, ft.
- L Tinggi cerobong, m atau ft.
- LHV Nilai kalor terendah, Btu/lb.
- $LMTD$ *log mean temperture difference*, F.
- M_{cp} Panas spesifik molal rata – rata gas asap, Btu/mol F.
- \dot{m}_a Laju aliran massa udara, lb/jam.
- \dot{m}_f Kebutuhan bahan bakar, lb/jam.
- \dot{m}_g Laju aliran massa gas, lb/jam.
- \dot{m}_s Laju aliran massa uap, lb/jam.
- N Jumlah pipa.
- P Tekanan, atm.
- P_r Tekanan parsial, atm.
- ΔP Rugi tekan, in wg.
- Q_s Kebutuhan kalor sesungguhnya, kJ/jam atau Btu/jam.



Q_t	Laju perpindahan kalor total, Btu/jam
q''	Fluks kalor, Btu/jam ft ² .
q_{ci}	Panas yang dipindahkan karena proses konveksi dan radiasi antar pipa, Btu/jam.
q_r	Kalor radiasi, Btu/jam.
R_e	Bilangan Reynolds.
S	Tegangan maksimum yang diijinkan, psi.
SE	<i>Stack effect</i> , in wg/ft.
T	Temperatur, °C atau F.
T_d	Temperatur didih, °C atau F.
T_f	Temperatur <i>film</i> gas, F.
T_s'	Temperatur jenuh/saturasi, °C atau F.
t	tebal, in.
t_{min}	tebal minimum yang diijinkan, in.
U	Koefisien perpindahan panas kombinasi, Btu/jam ft ² F.
V_L	Volume ruang kosong, m ³ atau ft ³ .
Z	Ketinggian, m atau ft.

Notasi Dalam Huruf Yunani

η	Efisiensi termal, %.
μ	Viskositas absolut, lb/jam ft.
v_a	Volume spesifik udara, ft ³ /lb.
v_g	Volume spesifik gas, ft ³ /lb.
σ	Konstanta Stefan – Boltzmann, Btu/jam ft ² R ⁴ .