

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN SOAL	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR NOTASI	xx
PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang Masalah	1
2. Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	2
3. Sinopsis Perusahaan	2
4. Sistem Operasi di PLTGU Gresik	3
5. Sistem Kendali di PLTGU Gresik	3
6. Generator Gas	4
7. Generator Uap	5
BAB I. KLASIFIKASI GENERATOR UAP	7
1.1. Pembagian Generator Uap	7
1.2. Pembagian Generator Uap Berdasarkan Konstruksinya	8
1.2.1. Generator Uap Lorong Api	8
1.2.2. Generator Uap Pipa-pipa Api	9
1.2.3. Generator Uap Pipa-pipa Air	10
1.2.3.1. Generator Uap Pipa-pipa Air Sirkulasi Alam	11
1.2.3.2. Generator Uap Pipa-pipa Air Sirkulasi Paksa	14
BAB II. PEMBANGKIT TENAGA GAS	19
2.1. Generator Gas	19
2.1.1. Bagian-bagian Generator Gas di PLTGU Gresik	19



2.1.2. Prinsip Kerja Generator Gas di PLTGU Gresik .....	19
2.2. Pembakaran Dalam Generator Gas .....	22
2.2.1. Bahan Bakar .....	22
2.2.2. Udara Pembakaran .....	23
2.2.3. Udara Pendingin .....	24
2.2.4. Gas Asap .....	26
2.2.5. Perhitungan Proses Pembakaran dalam Generator Gas .....	26
<b>BAB III. PEMBANGKIT TENAGA UAP .....</b>	<b>33</b>
3.1. Generator Uap .....	33
3.1.1. Bagian-bagian Generator Uap .....	33
3.1.1.1. Bagian-bagian Utama .....	33
3.1.1.2. Peralatan Pendukung .....	35
3.1.1.3. Alat-alat Kelengkapan .....	37
3.1.2. Bagian-bagian Generator Uap di PLTGU Gresik .....	38
3.1.2.1. Bagian-bagian Utama .....	38
3.1.2.2. Peralatan Pendukung .....	39
3.2. Prinsip Kerja Generator Uap .....	40
3.2.1. Proses Pembentukan Uap .....	40
3.2.2. Proses Pembakaran .....	42
3.2.3. Perpindahan Panas pada Generator Uap .....	42
3.3. Penyiapan Air Isian Generator Uap .....	43
3.4. Proses Pembangkitan Tenaga Uap di PLTGU Gresik .....	44
<b>BAB IV. PERENCANAAN GENERATOR UAP .....</b>	<b>49</b>
4.1. Dasar Perencanaan .....	49
4.2. Perhitungan-perhitungan Pra Rancangan pada Generator Uap .....	52
4.2.1. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar .....	52
4.2.2. Perhitungan Kalor Pembakaran .....	54
4.2.3. Perhitungan Kebutuhan Kalor Generator Uap .....	55
4.2.4. Spesifikasi Generator Uap Perencanaan .....	60
<b>BAB V. PEMBAKARAN, DAPUR DAN BURNER .....</b>	<b>61</b>
5.1. Pembakaran .....	61



5.1.1. Udara Pembakaran .....	61
5.1.2. Kebutuhan Bahan Bakar .....	62
5.1.3. Komposisi Gas Asap Hasil Pembakaran .....	62
5.1.4. Proses Pembakaran pada Generator Uap .....	64
5.1.5. Prakiraan Temperatur Pembakaran Teoritis .....	64
5.2. Dapur .....	67
5.2.1. Perencanaan Dapur .....	68
5.2.2. Kalor yang Diserap Pipa-pipa Radiasi .....	70
5.2.3. Kerugian Panas pada Dinding Dapur .....	76
5.2.4. Temperatur Gas Asap Keluar Dapur .....	79
5.3. Burner .....	81
<b>BAB VI. PIPA-PIPA DIDIH RADIASI .....</b>	<b>82</b>
6.1. Perencanaan Pipa-pipa Didih Radiasi .....	83
6.1.1. Jumlah Pipa .....	83
6.1.2. Temperatur pipa .....	84
6.1.3. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	84
6.1.4. Kecepatan Aliran Air dan Uap dalam Pipa .....	85
6.2. Screen .....	87
6.2.1. Perencanaan Screen .....	87
6.2.2. Film Gas Asap .....	88
6.2.3. Konduktansi Gas Asap, Ug .....	88
6.2.3.1. Konduktansi Konveksi Gas Asap pada Aliran Silang, Ucc .....	89
6.2.3.2. Konduktansi Radiasi Gas Asap, Urg .....	92
6.2.3.3. Konduktansi Total, U .....	95
6.2.4. Temperatur Gas Asap Keluar .....	95
6.2.5. Rugi Tekanan .....	96
<b>BAB VII. PIPA-PIPA SUPERHEATER .....</b>	<b>98</b>
7.1 Perencanaan Pipa-pipa Superheater Tekanan Tinggi Sekunder .....	100
7.1.1. Jumlah Pipa .....	101
7.1.2. Kecepatan Aliran Uap dalam Pipa .....	103
7.1.3. Temperatur Pipa .....	103



<b>7.1.4. Konduktansi Panas Menyeluruh, U</b>	<b>103</b>
7.1.4.1. Film Gas Asap	104
7.1.4.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg	104
7.1.4.3. Konduktansi Radiasi Gas Asap, Urg	106
7.1.4.4. Konduktansi Konveksi Uap, Ucs	107
7.1.5. Kerugian Kalor pada Dinding	109
7.1.6. Temperatur Gas Asap Keluar	110
7.1.7. Rugi Tekanan Pada Pipa	111
7.1.8. Kerugian Tekanan Uap	111
7.1.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa	115
<b>7.2. Perencanaan Pipa-pipa Superheater Tekanan Tinggi Primer</b>	<b>116</b>
7.2.1. Jumlah Pipa	116
7.2.2. Kecepatan Aliran Uap dalam Pipa	118
7.2.3. Temperatur Pipa	118
7.2.4. Konduktansi Panas Menyeluruh, U	118
7.2.4.1. Film Gas Asap	119
7.2.4.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg	119
7.2.4.3. Konduktansi Radiasi Gas Asap, Urg	120
7.2.4.4. Konduktansi Konveksi Uap, Ucs	121
7.2.5. Kerugian Kalor pada Dinding	122
7.2.6. Temperatur Gas Asap Keluar	124
7.2.7. Rugi Tekanan pada Pipa	124
7.2.8. Kerugian Tekanan Uap	125
7.2.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa	126
<b>BAB VIII. PIPA-PIPA DIDIH KONVEKSI</b>	<b>127</b>
8.1 Perencanaan Pipa-pipa Didih Konveksi Tekanan Tinggi	128
8.1.1. Kalor yang Diserap oleh Pipa	128
8.1.2. Jumlah Pipa	129
8.1.3. Kecepatan Aliran Uap dalam Pipa	130
8.1.4. Temperatur Pipa	131
8.1.5. Konduktansi Panas Menyeluruh, U	131



8.1.5.1. Film Gas Asap .....	132
8.1.5.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg .....	132
8.1.5.3. Konduktansi Radiasi Antar Pipa, Urg .....	133
8.1.6. Kerugian Kalor pada Dinding .....	134
8.1.7. Temperatur Gas Asap Keluar Dinding .....	136
8.1.8. Rugi Tekanan pada Pipa .....	136
8.1.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	137
8.2 Perencanaan Pipa-pipa Didih Konveksi Tekanan Rendah .....	137
8.2.1. Kalor yang Diserap oleh Pipa .....	137
8.2.2. Jumlah Pipa .....	138
8.2.3. Kecepatan Aliran Air dan Uap dalam Pipa .....	140
8.2.4. Temperatur Pipa .....	140
8.2.5. Konduktansi Panas Menyeluruh, U .....	140
8.2.5.1. Film Gas Asap .....	140
8.2.5.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg .....	141
8.2.5.3. Konduktansi Radiasi Antar Pipa, Urg .....	142
8.2.6. Kerugian Kalor pada Dinding .....	143
8.2.7. Temperatur Gas Asap Keluar Dinding .....	144
8.2.8. Rugi Tekanan pada Pipa .....	145
8.2.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	145
BAB IX. PIPA-PIPA EKONOMISER .....	146
9.1. Perencanaan Pipa-pipa Ekonomiser Tekanan Tinggi .....	147
9.1.1. Perencanaan Pipa-pipa Ekonomiser Tekanan Tinggi Sekunder .....	147
9.1.1.1. Jumlah Pipa .....	147
9.1.1.2. Kecepatan Aliran Air dalam Pipa .....	149
9.1.1.3. Temperatur Pipa .....	149
9.1.1.4. Konduktansi Panas Menyeluruh, U .....	150
9.1.1.4.1. Film Gas Asap .....	150
9.1.1.4.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg .....	150
9.1.1.4.3. Konduktansi Radiasi Antar Pipa, Urg .....	152
9.1.1.5. Kerugian Kalor pada Dinding .....	153



9.1.1.6. Temperatur Gas Asap Keluar Dinding .....	154
9.1.1.7. Rugi Tekanan pada Pipa .....	154
9.1.1.8. Kerugian Tekanan Air dalam Pipa .....	155
9.1.1.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	157
9.1.2. Perencanaan Pipa-pipa Ekonomiser Tekanan Tinggi Primer .....	157
9.1.2.1. Jumlah Pipa .....	157
9.1.2.2. Kecepatan Aliran Air dalam Pipa .....	159
9.1.2.3. Temperatur Pipa .....	159
9.1.2.4. Konduktansi Panas Menyeluruh, U .....	159
9.1.2.4.1. Film Gas Asap .....	160
9.1.2.4.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg .....	160
9.1.2.4.3. Konduktansi Radiasi Antar Pipa, Urg .....	161
9.1.2.5. Kerugian Kalor pada Dinding .....	163
9.1.2.6. Temperatur Gas Asap Keluar Dinding .....	164
9.1.2.7. Rugi Tekanan pada Pipa .....	164
9.1.2.8. Kerugian Tekanan Air dalam Pipa .....	165
9.1.2.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	166
9.2. Perencanaan Pipa-pipa Ekonomiser Tekanan Rendah .....	167
9.2.1. Jumlah Pipa .....	167
9.2.2. Kecepatan Aliran Air dalam Pipa .....	169
9.2.3. Temperatur Pipa .....	169
9.2.4. Konduktansi Panas Menyeluruh, U .....	169
9.2.4.1. Film Gas Asap .....	170
9.2.4.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, Ucg .....	170
9.2.4.3. Konduktansi Radiasi Antar Pipa, Urg .....	171
9.2.5. Kerugian Kalor pada Dinding .....	172
9.2.6. Temperatur Gas Asap Keluar Dinding .....	174
9.2.7. Rugi Tekanan pada Pipa .....	174
9.2.8. Kerugian Tekanan Air dalam Pipa .....	175
9.2.9. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	176
BAB X. PIPA-PIPA PREHEATER .....	177



10.1. Perencanaan Pipa-pipa Preheater .....	177
10.2. Jumlah Pipa .....	178
10.3. Kecepatan Aliran Air dalam Pipa .....	179
10.4. Temperatur Pipa .....	179
10.5. Konduktansi Panas Menyeluruh, U .....	180
10.5.1. Film Gas Asap .....	180
10.5.2. Konduktansi Konveksi Gas Asap, U <sub>cg</sub> .....	180
10.5.3. Konduktansi Radiasi Antar Pipa, U <sub>rg</sub> .....	181
10.6. Kerugian Kalor pada Dinding .....	183
10.7. Temperatur Gas Asap Keluar Dinding .....	184
10.8. Rugi Tekanan pada Pipa .....	184
10.9. Kerugian Tekanan Air dalam Pipa .....	185
10.10. Pemeriksaan Kekuatan Pipa .....	186
<b>BAB XI. Sirkulasi Air dan Pompa Sirkulasi .....</b>	<b>187</b>
11.1. Sirkulasi Air .....	187
11.1.1. Sirkulasi Alam .....	187
11.1.2. Sirkulasi Paksa .....	188
11.1.3. Kerugian Tekanan Aliran Air dan Uap .....	190
11.1.4. Sirkulasi Air pada Pipa-pipa Didih Tekanan Tinggi .....	192
11.1.4.1. Perancangan Pipa-pipa Naik dan Pipa-pipa Turun .....	193
11.1.4.2. Perancangan Pipa-pipa 1 .....	196
11.1.4.2.1. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R1 .....	196
11.1.4.2.2. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R1' .....	197
11.1.4.2.3. Perancangan Pipa Turun D1 .....	199
11.1.4.3. Perancangan Pipa-pipa 2 .....	200
11.1.4.3.1. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R2 .....	200
11.1.4.3.2. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R2' .....	202
11.1.4.3.3. Perancangan Pipa Turun D2 .....	204
11.1.4.4. Perancangan pipa-pipa 3 .....	205
11.1.4.4.1. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R3 .....	205
11.1.4.4.2. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R3' .....	207



11.1.4.4.3. Perancangan Pipa Turun D3 .....	209
11.1.4.5. Perancangan pipa-pipa 4 .....	210
11.1.4.5.1. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R4 .....	210
11.1.4.5.2. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R4 <sup>1</sup> .....	212
11.1.4.5.3. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R4 <sup>2</sup> .....	213
11.1.4.5.4. Perancangan Pipa Turun D4 .....	214
11.1.5. Sirkulasi Air pada Pipa-pipa Didih Tekanan Rendah .....	215
11.1.5.1. Perancangan Pipa-pipa Naik dan Pipa-pipa Turun .....	216
11.1.5.2. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R .....	217
11.1.5.3. Kerugian Aliran pada Pipa Naik R <sup>2</sup> .....	219
11.1.5.4. Perancangan Pipa Turun D .....	220
11.1.6. Perhitungan Tekanan Total Aliran .....	221
11.1.6.1. Tekanan Total Aliran pada Pipa-pipa Didih Tekanan Tinggi ....	221
11.1.6.2. Tekanan Total Aliran pada Pipa-pipa Didih Tekanan Rendah ....	223
11.2. Pompa Sirkulasi .....	223
11.2.1. Perencanaan Pompa Sirkulasi untuk Tekanan Tinggi .....	225
11.2.1.1. Perencanaan Pompa Sirkulasi untuk Pipa-pipa Didih Konveksi ...	225
11.2.1.2. Perencanaan Pompa Sirkulasi untuk Pipa-pipa Didih Radiasi ....	227
11.2.2. Perencanaan Pompa Sirkulasi untuk Tekanan Rendah .....	228
BAB XII SISTEM TARIKAN, CEROBONG DAN FAN .....	230
12.1. Sistem Tarikan .....	230
12.1.1. Sistem Tarikan Alam .....	230
12.1.2. Sistem Tarikan Paksa .....	230
12.1.2.1. Sistem Dapur Tertekan .....	231
12.1.2.2. Sistem Dapur Terhisap .....	231
12.1.3. Rugi-rugi Tekanan pada Aliran Gas Asap .....	232
12.2. Cerobong .....	233
12.2.1. Perencanaan Cerobong .....	234
12.3. Fan .....	237
12.3.1. Perencanaan Fan Penghembus Gas Asap dari Turbin Gas .....	238
12.3.2. Perencanaan Fan Penghisap Gas Asap dari Ruang Bakar .....	239





<b>BAB XIII. POMPA DAN PERLAKUAN AIR ISIAN</b>	<b>241</b>
13.1. Pompa Air Isian	241
13.1.1. Perencanaan Pompa Air Isian Tekanan Tinggi	242
13.1.2. Perencanaan Pompa Air Isian Tekanan Rendah	244
13.2. Perlakuan Air Isian	246
13.2.1. Kesadahan Air	246
13.2.2. Pengolahan Air Isian Secara Luar	247
13.2.2.1. Penjernihan	248
13.2.2.2. Penyaringan	249
13.2.2.3. Pelunakan	249
13.2.2.3.1. Pelunakan Secara Thermis	249
13.2.2.3.2. Pelunakan Secara Penyulingan	250
13.2.2.3.3. Pelunakan Secara Kimia	250
13.2.3. Pelunakan Air Isian Secara Dalam	252
13.2.4. Proses Pemisahan Minyak	253
13.2.4.1. Pemisahan Secara Mekanis	253
13.2.4.2. Pemisahan Secara Koagulasi	253
13.2.4.3. Pemisahan Secara Absorpsi	253
13.2.4.4. Pemisahan Secara Elektrolisa	254
13.2.5. Pencegahan Korosi	254
13.2.5.1. Perlindungan Katodis	255
13.2.5.2. Alkalisasi Air Isian	255
13.2.5.3. Pengusiran Oksigen	256
13.2.5.4. Pembentukan Lapisan Pelindung	256
13.2.6. Spesifikasi Air Isian	256
<b>BAB XIV. EFISIENSI</b>	<b>259</b>
14.1. Metode Langsung	259
14.2. Metode Tak Langsung	260
<b>BAB XV. HEADER, DRUM DAN ALAT PERLENGKAPAN</b>	<b>262</b>
15.1. Header	262
15.1.1. Perencanaan Header pada Pendidih	263



15.1.2. Perencanaan Header pada Superheater .....	264
15.1.3. Perencanaan Header pada Ekonomiser .....	265
15.1.4. Perencanaan Header pada Preheater .....	266
15.2. Drum .....	266
15.2.1. Perencanaan Drum Tekanan Tinggi .....	268
15.2.2. Perencanaan Drum Tekanan Rendah .....	269
15.3. Alat Perlengkapan .....	269
15.3.1. Katup Pengaman .....	270
15.3.2. Manometer .....	270
15.3.3. Gelas Penduga .....	271
15.3.4. Peluit Bahaya .....	272
15.3.5. Prop Timah .....	273
15.3.6. Garis Api .....	274
15.3.7. Katup Air Isian .....	274
15.3.8. Katup Uap .....	275
15.3.9. Katup Buang .....	275
15.3.10. Katup Pembuang Buih dan Minyak .....	276
15.3.11. Termometer .....	277
15.3.12. Pensuplai Bahan Bakar .....	277
DAFTAR PUSTAKA .....	278
LAMPIRAN .....	279