

**PERANCANGAN *STEAM GENERATOR* 6 TPH BAHAN BAKAR BIOGAS
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION II D**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN *STEAM GENERATOR* 6 TPH BAHAN BAKAR BIOGAS
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION II D**



Disusun Oleh:

Nama : Sarwo Budiyono
NIM : 41313310022
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2020

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN *STEAM GENERATOR* 6 TPH BAHAN BAKAR BIOGAS
SESUAI STANDAR ASME BPVC *SECTION II D*



Disusun Oleh:

Nama : Sarwo Budiyo

NIM : 41313310022

Program Studi : Teknik Mesin

MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal 4 September 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Subekti, ST., MT.

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sarwo Budiyono

NIM : 41313310022

urusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN *STEAM GENERATOR* 6 TPH BAHAN BAKAR BIOGAS SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION II D

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 18 Agustus 2020



Sarwo Budiyono

PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari adanya bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Hadi Pranoto, ST. MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST. M. Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, koordinator tugas akhir.
3. Subekti, ST., MT. sebagai pembimbing tugas akhir yang telah banyak mengarahkan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ayahanda Amin. W dan Ibunda Ida. R yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk mencapai kesuksesan dunia akhirat .
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen program studi Teknik Mesin atas bekal ilmu, wawasan dan pengalaman yang diajarkan selama ini.
6. Rekan – rekan pekerja di *PT. Thermax International Indonesia* yang selalu mendukung dan memberikan data yang dibutuhkan.
7. Teman - teman seperjuangan Teknik Mesin Reguler 2 tahun 2013 yang sama- sama berjuang untuk masa depan kita semua.
8. Serta pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. BATASAN MASALAH	4
1.4. TUJUAN	4
1.5. RUANG LINGKUP	5
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II	7
2.1. PENGERTIAN <i>STEAM GENERATOR</i>	7
2.2. PRINSIP KERJA <i>BOILER</i>	8
2.3. BAGIAN-BAGIAN UTAMA <i>FIRE TUBE BOILER</i>	11
2.4. JENIS-JENIS <i>STEAM GENERATOR</i>	12
2.4.1. Ketel uap pipa api berbahan bakar gas (<i>steam generator gas fuel systems fire tube boiler</i>)	13
2.4.2. Ketel uap pipa air (<i>water tube boiler</i>)	14
2.4.3. Ketel uap sirkulasi alami (<i>natural circulation boiler</i>)	15
2.4.4. Ketel uap sirkulasi paksa (<i>forced/assisted circulation boiler</i>)	16
2.4.5. Ketel uap subkritis & superkritis (<i>subcritical & supercritical boiler</i>)	17

2.4.6.	Ketel uap tipe <i>drum</i>	17
2.4.7.	Ketel uap sekali pakai (<i>once through boiler</i>)	18
2.4.8.	Ketel uap <i>stoker</i> (<i>Stoked fired boiler</i>)	18
2.4.9.	Ketel uap berbahan bakar fosil (<i>fossil fuel fired boiler</i>)	19
2.4.10.	Ketel uap tungku pencairan (<i>fluidized bed boiler</i>)	20
2.5.	BIOGAS	20
2.5.1.	Definisi biogas	21
2.5.2.	Komposisi biogas	22
2.5.3.	Kandungan energi biogas	23
2.6.	PENGGUNAAN BIOGAS SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK	24
2.7.	STANDAR PERANCANGAN	24
2.7.1.	ASME (<i>american society of mechanical engineering</i>)	24
BAB III 33		
3.1.	DIAGRAM ALIR	33
3.2.	ALAT & BAHAN	35
3.2.1.	Alat Perancangan	35
3.2.2.	Bahan Perancangan	35
3.3.	SPEKIFIKASI PERANCANGAN	37
3.4.	DASAR DALAM MELAKUKAN DESAIN (<i>BASIC DESIGN</i>)	37
BAB IV 38		
4.1.	PERHITUNGAN PERANCANGAN (<i>DESIGN CALCULATION</i>)	38
4.1.1.	Tekanan internal kerja pada tangki <i>boiler</i> (<i>boiler shell under internal pressure</i>) regulasi 564 Dan 270 ASME <i>section II D</i>	39
4.1.2.	Ruang pembakaran (<i>corrugated furnace subject To external pressure</i>) regulation 592 f ASME <i>section II D</i>	40
4.1.3.	Ruang pembalikan (<i>reversal chamber</i>) terhadap tekanan luar sesuai dengan regulasi no. 592 j & d ASME <i>section II D</i>	41

4.1.4. Ketebalan minimal Dan belahan (<i>cross section</i>) Dari pelat tabung (<i>tube plate</i>) Diantara <i>tube holes</i> regulasi 580 ASME <i>section II D</i>	42
4.1.5. Diameter maksimal Dari bukaan yang tidak diperkuat (<i>unreinforced opening</i>) Pada tangki ketel uap (<i>boiler shell</i>) regulasi 571 ASME <i>section II D</i>	43
4.1.6. Luas ruang air (<i>wide water spaces</i>) Diantara perpipaan (<i>tube nests</i>) sesuai regulasi no. 576 ASME <i>section II D</i>	44
4.1.7. Pipa terhadap tekanan luar (<i>tubes under external pressure</i>) sesuai dengan regulasi no. 576 ASME <i>section II D</i>	44
4.1.8. Perhitungan pipa penyangga (<i>stay tube</i>) regulasi 581 ASME <i>section II D</i>	46
4.1.9. Pelat ujung ruang pembalikan (<i>reversal chamber end plate</i>) sesuai dengan regulasi no. 574 ASME <i>section II D</i>	46
4.1.10. Pelat tabung (<i>tube plate</i>) sesuai dengan regulation 574 ASME <i>section II D</i>	47
4.1.11. Batas lembaran pelat (<i>flat plate margin</i>) sesuai dengan regulasi 589 ASME <i>section II D</i>	49
4.1.12. Area udara (<i>breathing spaces</i>) sesuai dengan regulasi 590/I ASME <i>section II D</i>	49
4.1.13. Desain untuk batang penyangga (<i>design Of stay bars</i>) sesuai dengan regulasi 585 ASME <i>section II D</i>	50
4.1.14. Kompensasi pada bukaan di tangki ketel uap (<i>compensation For openings In the boiler shell</i>) sesuai dengan regulasi 570 & 571 ASME <i>section II D</i>	51
4.1.15. Kompensasi pada bukaan nosel (<i>compensation For nozzle opening (N2) In the boiler shell</i>) sesuai dengan regulasi 570 & 571 ASME <i>section II D</i>	51
4.1.16. Perhitungan pemanasan permukaan (<i>heating surface calculation</i>) ASME <i>section II D</i>	54
4.1.17. Perhitungan <i>gusset</i> (<i>gusset calculation</i>) sesuai dengan regulasi 591 b) ASME <i>section II D</i>	57
4.1.18. Kapasitas katup pengaman (<i>Safety Valve</i>) ASME <i>section II D</i>	58

4.1.19.	Desain tutup <i>manhole</i> (<i>manhole cover</i>) sesuai dengan regulasi 278 A untuk bentuk bulat panjang ASME <i>section II D</i>	59
4.1.20.	Desain penutup <i>headhole</i> (<i>headhole Cover</i>) sesuai dengan regulasi 278 A untuk bentuk bulat panjang ASME <i>section II D</i>	60
4.2.	RINGKASAN PERHITUNGAN PERANCANGAN	61
4.3.	GAMBAR PERANCANGAN	62
BAB V		63
5.1.	KESIMPULAN	63
5.2.	SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA		65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kapasitas terpasang pembangkit listrik per jenis energi tahun 2018 (ESDM, 2018)	3
Gambar 2.1 Standar <i>fire tube boiler</i> (Connor, 2018)	8
Gambar 2.2 Bagian-bagian umum <i>fire tube boiler/steam generator</i> (Bosch Industriekessel, 2012)	9
Gambar 2.3 Skema kerja <i>fire tube boiler</i> (Sugiharto & Agus, 2016)	10
Gambar 2.5. Skema <i>fire tube boiler</i> (Murali, 2013)	13
Gambar 2.5 <i>Water tube boiler</i> (Murali, 2013)	15
Gambar 2.6 <i>Babcock & wilcox boiler</i> (Murali, 2013)	16
Gambar 2.7 <i>La-mont boiler</i> (Mural, 2013)	17
Gambar 2.8. <i>Chain grate overfeed stoker</i> (Jackson, 1996).	19
Gambar 2.9 <i>Travelling-grate overfeed stoker</i> (Jackson, 1996).	19
Gambar 2.10 <i>Area cross section gusset.</i>	30
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan	34
Gambar 4.1 <i>Area cross section gusset.</i>	57
Gambar 4.2 Desain <i>Boiler/Steam Generator/Ketel Uap 6 TPH</i>	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi biogas (Ir. Ambar Pertiwiningrum, M.Si, 2019)	22
Tabel 2.2 Perkiraan energi biogas (Ir. Ambar Pertiwiningrum, M.Si, 2019)	24
Tabel 2.3 Tabel <i>ASME section II d</i> (ASME, 2013)	25
Tabel 2.4 Tabel <i>breathing space</i> (ASME, 2011)	25
Tabel 3.1 <i>Chemical & mechanical properties of SA 516 Gr.70</i> (ASME, 2007)	36
Tabel 3.2 <i>Chemical & mechanical properties of ERW -BS:3059 ST320</i>	36
Tabel 3.3 Spesifikasi perancangan	37
Tabel 4.1 Ringkasan kalkulasi desain	39
Tabel 4.2 Rekapitulasi ketebalan plat, <i>cross section</i> dan ligamen	43
Tabel 4.3 Tabel spesifikasi <i>breathing spaces</i>	49
Tabel 4.4 Tabel perhitungan <i>gusset</i>	58
Tabel 4.5 Tabel perpindahan panas <i>pressure Part</i>	58
Tabel 4.6 Tabel <i>safety valve</i>	59
Tabel 4.7 Tabel hasil perhitungan perancangan	61

DAFTAR SINGKATAN

AD	<i>Anaerobic Digestion</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineering</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>
BBN	Bahan Bakar Nabati
BPVC	<i>Boiler Pressure Vessel Code</i>
BS	<i>British Standar</i>
EBT	Energi Baru Terbarukan
ERW	<i>Electric Resistance Welded</i>
Et	<i>elongation</i>
GW	<i>Giga Watt</i>
LNG	<i>Liquefied Natural Gas</i>
MTOE	<i>Million Tons of Oil Equivalent/Mega Tonnes of Oil Equivalent</i>
MW	<i>Mega Watt</i>
PLTBg	Pembangkit Listrik Tenaga Biogas
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
TP	<i>Tube Plate</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA