

SKRIPSI

PERANCANGAN *BOILER* PIPA API UNTUK PEREBUSAN BUBUR KEDELAI PADA INDUSTRI TAHU KAPASITAS UAP JENUH 160 KG/JAM

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin



Oleh :

JHONAS PURBA

NIM : 1114002

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
KABUPATEN ROKAN HULU RIAU
T.A. 2015/2016**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN

LEMBAR PENGESAHAN

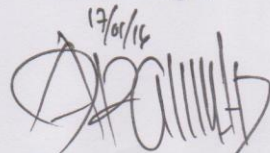
PERANCANGAN *BOILER* PIPA API UNTUK PEREBUSAN BUBUR
KEDELAI PADA INDUSTRI TAHU KAPASITAS UAP JENUH
160 KG/JAM

Disusun dan diajukan oleh :

JHONAS PURBA
NIM : 1114002

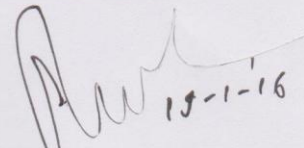
Telah dipertahankan didepan panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 11 Januari 2016
Dan telah disetujui oleh :

Pembimbing I,



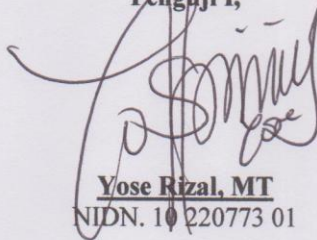
Arif Rahman Saleh, MT
NIDN. 10 210585 02

Pembimbing II,



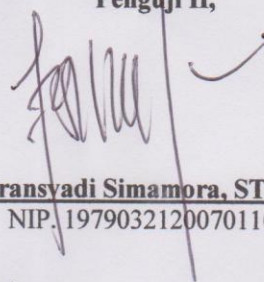
Saiful Anwar, MT
NIDN. 10 120784 02

Pengji I,



Yose Rizal, MT
NIDN. 10 220773 01

Pengji II,



Fransyadi Simamora, ST., MT
NIP. 197903212007011003

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik,


Bambang Edison, MT
NIDN. 00 020375 03

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Saiful Anwar, MT
NIDN. 10 120784 02

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jhonas Purba
Nim : 1114002
Program Studi : Strata Satu Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "**Perancangan Boiler Pipa Api Untuk Perebusan Bubur Kedelai Pada Industri Tahu Kapasitas Uap Jenuh 160 KG/JAM**" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi. Dan sepanjang yang saya ketahui juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pasir Pengaraian, 11 Januari 2016

Penulis



JHONAS PURBA

ABSTRAK

Boiler atau ketel uap adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan *uap*. *uap* diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar. Uap air adalah sejenis fluida yang merupakan fase gas dari air. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) merancang konstruksi *boiler* jenis *Vertical fire tube boiler* dengan kapasitas 160 kg/jam menghasilkan uap jenuh pada temperatur 100⁰C – 150⁰C untuk digunakan pada proses pemanasan sistem uap pada industri tahu. 2) Dengan perancangan *boiler* ini dapat menambah wawasan pembuat *boiler* khususnya bagi para pengusaha industri tahu, dan memberikan informasi tentang pemanfaatan *boiler* kepada masyarakat. 3) merancang konstruksi *boiler* yang aman dengan standar perancangan ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) ASME Section IV. 4) mengetahui desain *boiler* menggunakan *software* INVENTOR. Hasil penelitian didapatkan spesifikasi *boiler* jenis *Vertical fire tube boiler* dengan tekanan uap operasi 2 bar dan tekanan internal perancangan 6 bar. Dimensi *boiler* diameter 504 mm, tebal 6mm, tinggi 1450 mm dan di dalamnya terdapat pipa api dengan diameter 42 mm berjumlah 13 buah. Bahan bakar menggunakan kayu bakar dan juga volume air maksimal yang dapat diisikan dalam *boiler* hingga 89,4 liter. Material yang digunakan untuk plat yaitu *carbon steel* SA 285 Grade C dan untuk pipa-pipa materialnya yaitu *seamless carbon steel* SA 53 Grade B.

Kata Kunci : *boiler*, ASME.

Abstrack

Boiler is a closed vessel-shaped tool used to generate the steam. Steam is obtained by heating the vessel that contains water with fuel. Water vapor is a type of fluid that is the face of the gas from the water. This research aims to: 1) design construction boiler type Vertical fire tube boiler with a capacity of 160 kg/h generates steam saturated temperature on $100^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ for use in the process of heating system steam on the industry knows. 2) With the design of the boiler this can add insight into the boiler maker specifically for entrepreneurs of the industry know, and provide information about the utilization of the boiler to the community. 3) Designed the construction of safe boiler design with standard ASME (American Society of Mechanical Engineers) ASME Section IV. 4) Knowing the design of boiler using INVENTOR software. The research results obtained by the boiler specification type Vertical fire tube boiler with steam operation pressure of 2 bar and a design internal pressure 6 bar. The dimension of the boiler's diameter 504 mm, thick 6 mm, height 1450 mm and inside are the fire pipe with a diameter of 42 mm amounted to 13. Fuel use firewood and also the maximum volume of water that can be contained in the boiler to 89.4 liters. The material used for the plate carbon steel SA 285 Grade C and to their material pipes seamless carbon steel SA 53 Grade B.

Key word : boiler, ASME.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan terhadap kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karunia, hidayah, serta nikmat-nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “PERANCANGAN *BOILER* PIPA API UNTUK PEREBUSAN BUBUR KEDELAI PADA INDUSTRI TAHU KAPASITAS UAP JENUH 160 KG/JAM”.

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian. Penulis juga ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak yang membantu penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini, antara lain :

1. Kedua Orang tua dan Keluarga yang saya sayangi yang senantiasa memberikan dukungan dorongan serta do'anya.
2. Rektor Universitas Pasir Pengaraian Bapak Prof.Dr.Ir. Feliatra, DEA.
3. Dekan Fakultas Teknik Bapak Bambang Edison, MT
4. Kaprodi Program Studi Teknik Mesin Bapak Saiful Anwar, MT
5. Pembimbing I Bapak Arif Rahman Saleh, MT
6. Pembimbing II Bapak Saiful Anwar, MT.
7. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas pasir Pengaraian.
8. Kawan-kawan seperjuangan dan pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis meyakini sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena masih banyak kekurangan yang ada pada diri penulis. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Pasir Pengaraian, 11 Januari 2016

(Jhonas purba)
NIM : 1114002

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat penelitian	2
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Rumusan masalah	3
1.6 Sistematika penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan teori	5
2.1.1 <i>Boiler</i>	5
2.1.2 Uap / <i>steam</i>	9
2.1.3 Pemanasan sistem uap pada produksi tahu	12
2.2 Instrumen <i>boiler</i> penunjang perancangan	13
2.2.1 <i>pressure gauge</i>	13
2.2.2 Thermometer	13
2.2.3 Water level gauge	13
2.2.4 <i>Safety valve</i>	14
2.2.5 <i>Main steam valve</i>	15
2.2.6 Blowdown valve	15
2.3 Teori kekuatan material	16
2.3.1 Faktor keamanan	17
2.4 Hubungan tegangan dan regangan	17

2.5 Teori Von Mises	19
2.6 Metode elemen hingga	21
2.6.1 Konsep dasar	21
2.7 Desain gambar menggunakan autodesk INVENTOR	22
2.8 Perhitungan <i>boiler</i>	23
2.8.1 Badan <i>boiler</i>	23
2.8.2 Pipa api	24
2.8.3 Tubesheet	25
2.8.4 Ligament	25
2.8.5 Pipa nosel	26
2.9 Perhitungan beban	27
2.10 Perhitungan tekanan air	28
2.11 Perhitungan volume ruang uap	29
2.12 Perhitungan kebutuhan bahan bakar	30
2.13 Perhitungan penguapan awal	31
2.14 Perhitungan penggunaan uap	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram alir penelitian	32
3.2 Desain penelitian	33
3.3 Obyek penelitian	33
3.4 Peralatan penelitian	33
3.5 Metode pengumpulan data	34
3.6 Langkah pelaksanaan penelitian	34
3.6.1 Pemodelan	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain <i>boiler</i>	37
4.2 Perhitungan konstruksi <i>boiler</i>	37
4.2.1 Badan <i>boiler</i>	37
4.2.2 Pipa api (Fire tube)	39
4.2.3 Tubesheet	42
4.2.4 Ligament	44

4.2.5 Pipa nosel	44
4.3 Perhitungan beban	45
4.4 Perhitungan tekanan air	47
4.5 Perhitungan volume ruang uap	49
4.6 Perhitungan kebutuhan bahan bakar	50
4.7 Perhitungan penguapan awal	51
4.8 Perhitungan penggunaan uap	52
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

4.1 Tabel pencarian P dengan $D_0/t = 60$	40
4.2 Tabel pencarian P dengan $D_0/t = 50$	41

DAFTAR GAMBAR

2.1 <i>La mont boiler</i> (Muin 1988: 140)	7
2.2 <i>Loeffler boiler</i> (Muin 1988: 141)	8
2.3 <i>Benson boiler</i> (Muin 1988: 142)	8
2.4 Grafik temperatur-entropi untuk air dan uap (Muin 1988: 123)	11
2.5 <i>pressure gauge</i>	13
2.6 <i>Thermometer</i>	13
2.7 <i>Water level gauge</i>	14
2.8 Indikator pengisian air	14
2.9 <i>Safety valve</i>	15
2.10 <i>Main steam valve</i>	15
2.11 <i>Blowdown valve</i>	16
2.12 Hukum dasar elastic linear tegangan regangan	19
2.13 Contoh pola jarak lubang <i>tubesheet</i> yang sama pada setiap baris .	26
3.1 Diagram alir penelitian	32
3.2 <i>boiler</i> pipa api vertical (<i>vertical fire tube boiler</i>)	35
3.3 bagian-bagaian <i>boiler</i> pipa api	35
3.4 Instalasi <i>boiler</i> dengan panci perebusan	36
4.1 ukuran badan boiler	38
4.2 ukuran pipa api.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Tabel <i>saturated water and steam</i>
LAMPIRAN 2. Tabel <i>saturated water and steam</i>
LAMPIRAN 3. Tabel pemilihan material pipa dan plat
LAMPIRAN 4. Tabel besaran satuan
LAMPIRAN 5. Gambar badan <i>boiler</i>
LAMPIRAN 6 Gambar pipa api
LAMPIRAN 7 Gambar tubesheet bawah
LAMPIRAN 8 Gambar tubesheet atas
LAMPIRAN 9 Gambar tutup <i>boiler</i>

DAFTAR NOTASI

- H_{sat} : Enthalpy uap saturasi (kkal/kg)
- H_a : Enthalpy air pada suhu saturasi (kkal/kg)
- X : Kadar uap
- L : Panas laten (kkal/kg)
- H_{sup} : Enthalpy uap adi panas (kkal/kg) $^{\circ}\text{C}$
- C_p : Panas jenis uap rata-rata (kkal/kg) $^{\circ}\text{C}$
- t_{sup} : Temperatur uap adi panas ($^{\circ}\text{C}$)
- t_{sat} : Temperatur uap saturasi ($^{\circ}\text{C}$)
- P : Tekanan perancangan tidak kurang dari 30 psi (200 kpa)
- t : Tebal dinding silinder yang dibutuhkan (inchi)
- R : Radius dalam silinder
- E : Efisiensi sambungan pada silinder (*efficiency*) (E-1)
- p : Maksimal jarak antar pipa api (inchi)
- c : 2,7 untuk pipa api pengelasan ketebalan kurang dari 11 mm (7/16") (mm)
- c : 2,8 untuk pipa api pengelasan ketebalan lebih dari 11 mm (7/16") (mm)
- D : Diameter luar pipa api (inchi)
- R_1 : Radius dalam pipa noze (inchi)
- R_2 : Radius dalam pipa nozel (inchi)
- r_b : Radius badan boiler (mm)
- r_d : Radius dapur (mm)
- t_a : Tinggi air pengisian terhadap pipa api (mm)
- t_b : Tinggi air pengisian terhadap badan boiler (mm)
- t_d : Tinggi dapur (mm)
- Q : kalor yang dibutuhkan (J atau kalori)
- m : massa air pengisian (kg)
- c : kalor jenis air (kal/gram $^{\circ}\text{C}$)
- Δ : Perubahan temperatur ($^{\circ}\text{C}$)