ARTIKEL

RANCANG BANGUN MINI KETEL UAP KAPASITAS 30 LITER / 30 MENIT DENGAN PENGGABUNGAN JENIS PIPA API DAN JENIS PIPA AIR

Oleh:

VIKKI OKTA EKA PRASTIYO

14.1.03.01.0102

Dibimbing oleh :

1. **Fatkur Rhohman,M.Pd**
2. **Hesti Istiqlaliyah,St.,M.Eng.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2018

SURAT PERNYATAAN

ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap	: Vikki Okta Eka Prastiyo
NPM	: 14.1.03.01.0102
Telepon/HP	: 085604920581
Alamat Surel (Email)	: vikkiotep27@gmail.com
Judul Artikel	: Rancang Bangun Mini Ketel Uap Kapasitas 30 L / #0 Menit Dengan Penggabungan Jenis Pipa Api Dan Pipa Air
Fakultas – Program Studi	: Fakultas Teknik – Teknik Mesin
NamaPerguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat PerguruanTinggi	: Jl KH Achmad Dahlan 76 Kediri Telp. 0354-771576, 771503

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;

b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 3 Agustus 2018
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Fatkur Rhohman,M.Pd. NIDN:0728088503	Hesti Istiqlaliyah,ST,.M.Eng NIDN:0709088301	Vikki okta eka prastiyo NPM:14.1.03.01.0102

RANCANG BANGUN MINI KETEL UAP KAPASITAS 30 LITER / 30 MENIT DENGAN PENGGABUNGAN JENIS PIPA API DAN JENIS PIPA AIR

Vikki Okta Eka Prastiyo
14.1.03.01.0102
Fakultas Teknik - Program Studi Teknik Mesin
Email: vikkiotep27@gmail.com
Fatkur Rhohman,M.Pd dan Hesti Istiqlaliyah,ST,.M.Eng
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Perancangan ini di latar belakangi hasil pengamatan dan studi literatur, penggunaan mini ketel uap untuk saat ini masih sangat terbatas. Biasanya ketel uap ini digunakan sebagai alat penggerak mesin di industri besar saja. Akan tetapi mini ketel uap ini bisa dimanfaatkan pada proses pengukusan telur limbah penetasan, pengukusan baglog jamur, atau lainnya. Untuk memaksimalkan hasil yang diperoleh, pada perancangan kali ini dilakukan dengan menggabungkan dua jenis ketel. Yaitu ketel uap pipa api dan pipa air. Hasil perancangannya adalah sebagai berikut, menggunakan pipa air 4 buah, pipa api 9 buah, dimensi ketel ø30cm x 50cm dan temperatur 160°C menghasilkan uap basah dengan tekanan 4 bar dalam waktu 30 menit. Perancangan ini memanfaatkan sampah kering sebagai bahan bakar, selain ramah lingkungan juga untuk mengurangi dampak dari penumpukan sampah di lingkungan sekitar.

Kata Kunci :Ketel uap, Pipa api, Pipa air, Bahan bakar.

I. Latar Belakang

Perkembangan ilmu teknologi saat ini dapat mendukung perkembangan alat-alat produksi pada idustri, di mana jantung dari satu industri itu sendiri adalah proses produksi atau proses manufakturnya. Salah satu contohnya adalah industri pakan ternak alternatif dari limbah penetasan telur bebek. Di jawa timur potensi limbah penetasan telur bebek cukup besar tetapi limbah tersebut belum termanfaatkan secaran optimal sebagai pakan ternak alternatif. Limbah yang di hasilkan dari produsen penetasan telur bebek terdiri dari kerabang telur, telur infertil, embrio yang mati, telur yang terlambat menetas, unggas yang mati dan cairan kental dari telur (Nugroho, dkk. 2016). Maka dari itu pada industri pakan ternak alternatif ini di perlukan satu teknologi terbaru demi meningkatkan efisiensi produksinya.

Industri pakan ternak alternatif merupakan salah satu industri yang perlu dikembangkan dalam peralatan produksinya, salah satunya pengolahan pakan alternatif dari limbah telur bebek yang tidak menetas. Dalam pembuatan pakan ternak dari limbah telur tidak lepas dari panas untuk pengukusan telur yang panasnya dihasilkan dari uap air yang di panaskan. Saat ini proses pengukusan yang digunakan oleh masyarakat pada umumnya

hanya berproduksi skala kecil masih menggunakan alat-alat sederhana, dan menggunakan proses perebusan sederhana seperti menggunakan panci. Menggunakan panci dapat menimbulkan aroma yang kurang sedap pada produk, disebabkan adanya pengumpulan kerak hasil perebusan air di bagian bawah panci (Effendi, 2017).

Salah satu proses yang menentukan pada proses pengolah limbah telur bebek ini adalah ketel uap, yaitu salah satunya teknologi dalam bidang mesin konversi energi yang memunculkan ide-ide kreatif dalam pemanfaatannya pada dunia industri. Mesin-mesin konversi energi menjadi sumber tenaga yang akan mengoperasikan berbagai mesin produksi dalam suatu industri. Ketel uap mampu merubah air menjadi uap air yang dapat dimanfaatkan tekanan maupun panas dari uap air tersebut. Didalam industri kecil dan menengah banyak memanfaatkan *boiler* untuk proses pengolahan dan pemanasan dengan memanfaatkan panas dari uap air yang dihasilkan. Sebagai pemanas digunakan dapur dengan bahan bakar sampah, karena sampah saat ini menjadi salah satu permasalahan di berbagai daerah di Indonesia khususnya. Dengan menggunakan ketel uap berbahan bakar sampah dalam proses pengukusan bahan baku dari limbah telur bebek yang tidak menetas tidak akan mencemari air dan uap pada ketel uap sehingga tidak merusak kandungan/protein dari telur, dengan konstruksi tertutup gas hasil pembakaran sampah langsung terbuang keudara melalui pipa api pada ketel dan tidak akan menggangu proses pengukusan. Sementara kebutuhan tersebut masih banyak menggunakan alat-alat sederhana dimana pada umumnya boros energi, proses relatif lama dan tidak nyaman.

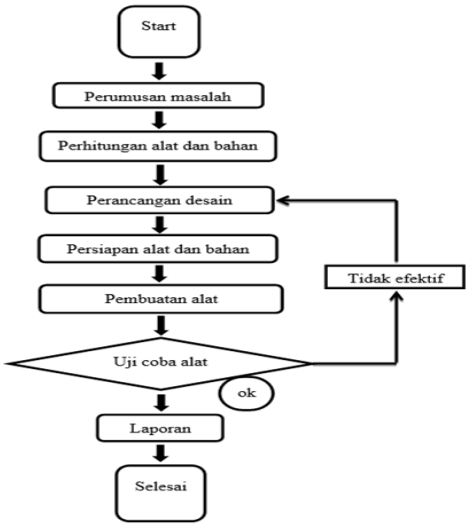
Berbagai penelitian tentang perancangan ketel uap jenis pipa api dan jenis pipa air dengan menggunakan variasi bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan oleh peneliti - peneliti terdahulu diantaranya, menurut Agustira, dkk (2017), pada perancangan ketel uap jenis pipa api menggunakan bahan bakar LPG dengan spesifikasi ketel,diameter badan boiler : 33,02cm, diameter pipa api : 1,905cm, tinggi tabung: 57,8cm, tekanan perancangan : 15 bar, jenis uap : uap jenuh, temperatur operasi :100°C - 150°C, bahan bakar : gas, di lakukan pengujian selama 63 menit menghasilkan uap dengan suhu 105°C dan tekanan 3 bar.

Menurut Dewi (2017), pada perancangan *boiler* megunakan material *Carbon Steel* AISI 1010 dengan diameter dalam pipa 2,66 cm, ketebalan pipa 0,34 cm, dan diameter luar pipa 3,34 cm. Tekanan operasi *boiler* divariasikan untuk mendapatkan perancangan yang optimal

dengan ukuran geometri sekecil-kecilnya dan efisiensi termal netto yang tinggi. Melalui per1hitungan numerik, diperoleh hubungan bahwa semakin besar kenaikan tekanan operasi *boiler*, maka panjang *boiler* cenderung semakin kecil.

II. Metode perancangan

Agar pelaksanaan penelitian tidak menyimpang dari tujuannya maka digunakan diagram alir penelitian, seperti yang terlihat pada gambar 1 dibawah :



Gambar 1, Alur perancangan

Tahapan- tahapan yang dilakukan dalam perekayasaan ini adalah sebagai berikut.

1. Start

Start dilaksanakan cara mencari referensi di lapangan dan literatur. Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan data-data tentang proses pengolahan limbah telur yang selama ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori perancangan alat steam untuk pengolahan limbah penetasan telur. Literatur perancangan diperoleh dari mencari referensi buku-buku penunjang atau dari media yang berkaitan dengan perancangan yang dilakukan.

2. Perumusan masalah

Perumusan masalah merupakan suatu ide atau penjelasan masalah yang dibahas dalam perancangan ini. Dimana perumusan masalah merupakan topik yang harus bisa diselesaikan dalam skripsi ini. Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah bagaimana cara membuat model ketel uap dengan penggabungan jenis ketel uap pipa api dan jenis ketel uap pipa air?

3. Perhitungan alat dan bahan

Bahan dan peralatan yang digunakan untuk medukung terwujudnya perancangan mini ketel uap kapasitas 30 liter/ 30 menit den0gan penggabungan jenis ketel uap pipa api dan jenis ketel uap pipa air pada pengolahan limbah penetasan telur bebek kapasitas 20 kg/jam, yang di gunakan plat sama pada perancangan (purba, 2015) diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Bahan perancangan
   1) Komponen-komponen ketel uap
   2) Plat untuk bahan pembuatan tabung/badan mini ketel uap

3) Pipa besi untuk pembuatan pipa api dan pipa air pada mini ketel uap
4) Plat berlubang
5) Dan lain-lain

b. Alat pendukung
1) Mesin roll
2) Mesin pres
3) Mesin bor
4) Mesin las
5) Gerinda
6) Kunci pas/sock
7) Seperangkat alat finishing
8) Dan lain-lain

Tabel 1 Spesifikasi bahan yang digunakan

No	Nama bahan	Spesifikasi
1	Plat *carbon steel*	SA 285 grade c
2	Pipa *seamless carbon steel*	SA 53 grade b
3	Stop kran kuningan	Diameter ¼ inchi
4	Stop kran kuningan	Diameter 2/3 inchi
5	Thermometer	Max 200°C
6	Manometer	Max 16 Bar
7	Safety valve	Max 10 Bar
8	Besi siku	Ukuran 4X4cm
9	Cat hummer tone	1 kg
10	Plat berlubang	Carbon steel

Tahapan- tahapan yang dilakukan dalam perekayasaan ini adalah sebagai berikut.

Ketel uap untuk pengolahan limbah penetasan telur bebek ini termasuk kedalam golongan kapasitas kecil, 30 liter/ 30 menit dan bertekanan 4 bar, menggunakan standar perancangan yang digunakan yaitu ASME sama dengan (Purba, 2015). perhitungan sebagai berikut :

a) Perhitungan ketebalan plat badan ketel

S = *Maximum allowable stress value*
= 11 ksi = $11.000 lb/in^2$

E = *Joint coefficient*
= 85% = 0,85

R = Radius dalam badan steamer
= 6 inch = 152 mm

D = Diameter dalam badan steamer
= 12 inc = 304 mm

P = Tekanan perancangan maksimum
= 15 bar = $217{,}55 lb/in^2$

Maka digunaksn perhitungan :

$$t = \frac{P.R}{S.E - 0{,}6.P} + 0{,}4$$

b) Perhitungan ketebalan pipa api dan ipa air dihitung menggunakan perhitungan sebagai berikut :

S = *Maximum allowable stress value*
= 12 ksi = $12.000 lb/in^2$

E = *Joint coefficient*
= 85% = 0,85

R = Radius dalam pipa api

= 0,59 inch = 15 mm

P = Tekanan perancangan maksimum

= 15 bar = 217,55lb/in^2

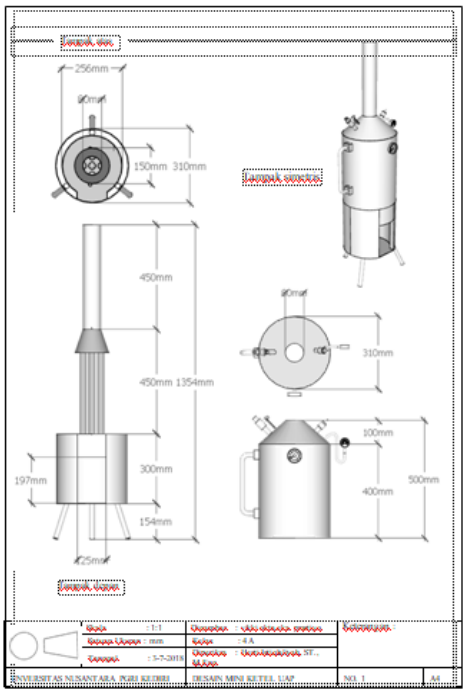
Menggunakan rumus :

$$t = \frac{P.R}{S.E - 0{,}6.P} + 0{,}4$$

4. Perancangan desain

Dilakukan setelah perumusan masalah ditentukan dan dilakukan perancangan desain alat. Perancanagan ini mengacu pada beberapa faktor sebagai berikut;

a. Bahan baku alat mudah didapat.
b. Pengoperasian dan pemeliharaan mudah.
c. Ukuran perancangan.



Gambar 2. Dimensi mini ketel uap

Gambar 3. Ketel uap tampak simetris

5. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan dengan bahan dan alat seperti tersebut diatas dan sesuai dengan desain yang telah dibuat peneliti. Pembuatan alat juga di sesuaikan dengan jadwal yang telah ditentukan.

6. Uji coba

Tahapan ini dilakukan setelah tahap pembuatan sudah selesai. Uji coba ini meliputi ;

a. Pemeriksaan bentuk fisik sesuai desain.
b. Pengoprasian.
c. Keamanan dan keselamatan kerja.
d. Temperature dan tekanan uap yang di hasilkan.

7. Tidak efektif

Jika ujicoba sudah dilakukan masih belum susuai dengan desain dan kapasitas

perancangan, maka akan dikaji ulang kembali keperhitungan alat dan bahan , agar sesuai dengan topik yang dibahas dalam rumusan masalah.

8. Hasil

Tahapan ini dilakukan setelah tahap pembuatan sudah selesai. Uji coba ini meliputi ;

a. Pemeriksaan bentuk fisik sesuai desain.
b. Pengoprasian.
c. Keamanan dan keselamatan kerja.
d. Temperature dan tekanan uap yang di hasilkan.

III. Hasil dan pembahasan

Dari kegiatan perancangan yang telah dilakukan adalah terwujudnya perancangan mini keteluap kapasitas 30 liter/ 30 menit dengan penggabungan sistem pipa api dan sistem pipa air :

A. Spesifikasi mini ketel uap

1. Tabung ketel

Tabung ketel dibuat dari potongan plat *carbon steel* dengan ketebalan 4 mm berbentuk persegi panjang yang kemudian diroll sehingga berbentuk tabung. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui spesifikasi yang di butuhkan antara lain :.

a. Tabung ketel

$$t = \frac{P.R}{S.E - 0{,}6.P} + 0{,}4$$

$$t = \frac{217{,}55 lb/in^2 \times 152}{12.000\ .0{,}85 - 0{,}6\ .217{,}55}$$

$$= 1{,}6\ inc = 3{,}8\ mm$$

Dengan *Maximum allowable working pressure* (MAWP) 217,55 lb/in^2 ketebalan plat yang digunakan 1,6 inch atau 3,8 mm dan di dapatkan diameter luar badan ketel sebesar 14,4 inch atau 318 mm.

Maka dimensi yang di butuhkan untuk badan ketel :

Panjang plat yang dibutuhkan	: 942 mm
Diameter dalam badan ketel	: 300 mm
Diameter luar badan ketel	: 318 mm
Tinggi tabung ketel	: 700 mm
Ketebalan plat	: 4 mm

2. Tutup tabung ketel

Tutup tabung dilengkapi dengan termometer untuk mengukur suhu saat ketel bekerja, manometer untuk mengukur tekanan uap, *safety valve* untuk pengaman jika uap berlebihan, dan *main steam valve* untuk menyalurkan uap ke *steamer*.

Dimensi :

Diameter tutup atas steamer	: 360 mm
Diameter alas steamer	: 350 mm
Ketebalan	: 4 mm

3. Pipa api dan pipa air

Pipa api memiliki panjang 500 mm dengan jumlah 9 buah, sedangkan pipa air berjumlah 4 buah dengan panjang 250 mm. pipaapi dan pipa air memiliki ketebalan 1 mm dan dameter dalam pipa 30 mm, dan dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$t = \frac{P.R}{S.E - 0{,}6.P} + 0{,}4$$

$$t = \frac{217{,}55 lb/in^2 \times 0{,}59}{12.000\ .0{,}85 - 0{,}6\ .217{,}55}$$

$= 0{,}01\ inc = 0.3\ mm$ (dibulatkan menjadi 1 mm)

Maka sepesifikasi yang dibutuhkan pipa api memiliki panjang 500 mm dengan jumlah 9 buah, sedangkan pipa air

berjumlah 4 buah dengan panjang 250 mm. pipa api dan pipa air memiliki ketebalan 1 mm dan dameter dalam pipa 30 mm.

Gambar 4. Mini ketel uap kapasitas 30 liter/ 30 menit

Mini ketel uap dengan penggabungan jenis pipa api dan pipa air. Telah dilakukan uji coba operasional dan validasi perancangan dengan hasil rata-rata baik

1

Gambar 5. Mini ketel uap pada pellet processing

B. Analisa hasil perancangan

Analisis SWOT digunakan dalam perancangan mini ketel uap ini sebagai bentuk analisa kondisi dengan memberi suatu gambaran situasi yang di hadapi. Empat analisi SWOT yaitu *strength*, *weaknesses*, *opportunities* dan *threats*. Analisa ketel uap di mulai dari *strength* (kekuatan) memiliki kekuatan maksimum kerja dengan tekanan 10 bar, temperatur <200°C. Analisa pada *weaknesses* (kelemahan) ketel uap ini terdapat beberapa kelemahan diantaranya tidak di lengkapi dengan sistem air isian ketel uap secara otomatis dan harus secara manual, suhu kerja pada ketel tidak bisa melebihi 200°C, dan hanya dapat menghasilkan uap basah. Analisa *opportunities* (keuntungan) pada penggunaan mini ketel uap dengan penggabungan jenis ketel uap pipa api dan jenis ketel uap pipa air ini membutuhkan waktu 30 menit untuk menghasilkan uap basah dengan tekanan 4 bar dan suhu mencapai 160°C, lebih cepat dari

perancangan pada penelitian terdahulu , dapat menggunakan bahan bakar sampah kering ataupun migas,. Analisa *threats* (ancaman) pada ketel uap ini terdapat beberapa ancaman yang dapat mengakhibat kan kecelakaan kerja yaitu jika tekanan ketel uap melebihi batas maksimum perancangan dapat mengakhibatkan komponen ketel uap mengalami kerusakan bahkan ketel uap dapat meledak karena material ketel uap tidak mampu menahan tekanan kerja *over pressure*. Ditinjau dari analisi SWOT di atas ketel uap dapat membahayakan jika tidak dilakukan pengamatan dan perawatan secara berkala.

IV. Penutup

A. Kesimpulan

Hasil uji pada mini ketel uap kapasitan 30 liter / 30 menit dengan penggabungan jenis pipa air dan jenis pipa api bahwa dengan perancangan tekanan 15 bar, diameter badan boiler 30 cm, tinggi tabung ketel 50 cm, jumlah pipa api 9 buah (vertical) dan jumlah pipa air 4 buah (horizontal) dengan perhitungan sesuai standart ASME menunjukkan tebal material pada badan tabung ketel 0,4 cm dan tebal material pipa api dan pipa air 0,1 cm menghasilkan uap basah dengan tekanan 4 bar pada temperatur 160°C. Pengoperasian mini ketel uap ini mampu di operasikan dengan tekanan mencapai 10 bar sesuai dengan batas aman tekanan operasi.

B. Saran

Hasil perancangan ini masih perlu di lakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, guna mengoptimalkan kinerja dan kelengkapan komponen lain agar energi yang di gunakan dan energi yang di hasilkan dapat dimanfaatkan lebih maksimal dan dapat di gunakan pada industri selain pengolahan limbah telur bebek pada masyarakat.

V. Daftar pustaka

Agustira, R, Muhammad Razi, & Syukran, 2017, Rancang Bangun Boiler Vertikal Fire Tube Berbahan Gas Elpiji Untuk Proses Penyulingan Minyak Nilam, Politeknik Negeri Lhokseumawe, *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 1 (1), dalam http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/mesinsainsterapan/article/viewFile/386/-341, di aksespada 11 Januari 2018.

Dewi, Rany Puspita, 2017, Perancangan Boiler Mini Berbahan Bakar Biogas Dengan Berbagai Variasi Tekanan, Magelang; Fakultas Teknik Universitas Tidar. *Jurnal Teknik Energi*, 13 (2): 40-43, dalam http://jurnal.polines.-ac.id/jur-nal/index.php/eksergi/article/view/907, di akses pada 12 Januari 2018.

Effendy, Dwi Ariyanto, 2017, *Rancang Bangun Boiler untuk Proses Pemanasan Sistem Uap Pada Industri Tahu Dengan*

Menggunakan Catia V5, (Skripsi), Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Nugroho, A.A., Sumarsih, S. & Sulistiyanto, B., 2016, *Kandungan Total Bakteri dan Total Fungsi Pada Pellet Limbah Penetasan yang Dibuat dengan Penambahan Bentonit*, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, 16 (2): 69-75.

Purba, Jhonas, 2015, *Perancangan Boiler Pipa Api Untuk Perebusan Bubur Kedelai Pada Industri Tahu Kapasitas Uap Jenuh 160 Kg/Jam*, Riau; Fakultas Teknik Universitas Pasir Pangaraian. Dalam https://www.neliti.-com/public-ations/111335/perancangan-boiler-pipa-api-untuk-perebusanbu-bur-kedelai/pa-da-industri-tahu-kap, di aksespada 12 Januari 2018.