

SUBMISSION 40

Bangun Tungku Peleburan Logam Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas

Hendrik Sukma, ST, MT^{*}, Farid Syharussyam²,

¹Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

²Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Oli bekas salah satu limbah cair yang dihasilkan oleh mesin baik mesin di industri besar maupun mesin kendaraan pribadi. Untuk saat ini penggunaan limbah oli masih sedikit di manfaatkan oleh masyarakat. Oli tersebut masih dapat digunakan salah satunya adalah sebagai bahan bakar khususnya bagi tungku peleburan logam. Untuk menjawab permasalahan diatas, maka dalam penelitian ini akan dirancang dan dibuat tungku peleburan logam dengan memanfaatkan limbah cair oli bekas tersebut sebagai bahan bakar untuk menumbuhkan industri lokal berbasis *home industry* dalam mendaur ulang logam bekas dan mencapai temperature yang diinginkan yaitu 800°C serta waktu yang efisien. Metode yang digunakan adalah oli bekas di alirkan dari bak oli ke ruang bakar tungku melalui selang dan pipa dengan bantuan blower di pancing menggunakan tisu untuk awalan. Hasil yang didapat adalah oli terbakar sempurna dengan bantuan blower dan mencapai temperature 610°C dalam waktu 5jam untuk 1 kali peleburan. kesimpulannya adalah tungku peleburan logam berbahan bakar oli bekas belum mampu memanaskan cairan sampai dengan 800°C dan waktu yang kurang efisien.

Kata kunci—*komponen; formatting; Pengecoran logam, tungku krusible, oli bekas,*

1. PENDAHULUAN

a. Latar belakang

Saat ini tungku peleburan logam *crusible* menggunakan bahan bakar gas LPG dan masih kurang efisien dikeranakan biaya yang sangat tinggi, hanya mampu untuk kalangan industri saja. Sehingga dari permasalahan diatas diperlukan penyelesaian bagaimana menurunkan biaya dan tungku *crusible* bisa dipergunakan di kalangan masyarakat. Yaitu dengan cara mengganti bahan bakar dari gas di rubah dengan pemanfaatan limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif.

b. Rumusan Masalah

Dalam rancang bangun tungku peleburan logam, penyusun di hadapkan dengan permasalahan yang ada yaitu:

1. Bagaimana proses perancangan pembuatan tungku peleburan logam?
2. Bagaimana desain tungku peleburan logam dengan menggunakan oli bekas?
3. Apakah bisa memakai oli bekas sebagai bahan bakar?
4. Mampukah dengan bahan bakar oli bekas bisa mencapai suhu 800°C?
5. Berapa liter oli bekas yang digunakan untuk 1 kali peleburan?
6. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali peleburan?

c. Batasan Masalah

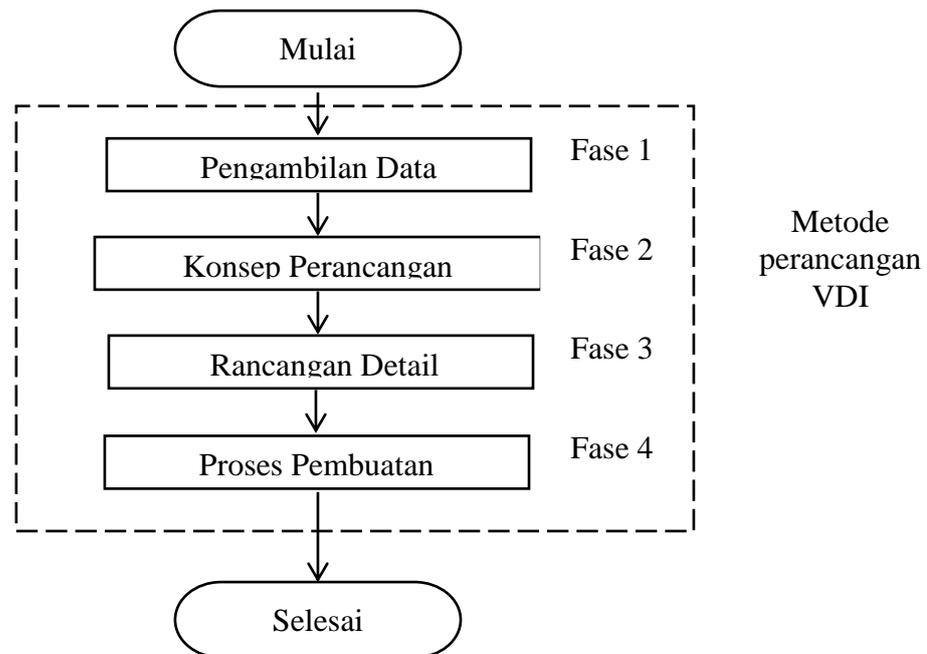
1. *crusible* kapasitas 5kg alumunium
2. Bahan peleburan alumunium profil
3. Tungku menggunakan *crusible* bahan *silicon carbide*
4. Metode perancangan yang dipakai menggunakan konsep perancangan VDI 2221.
5. *Thermal* tidak diperhitungkan, menggunakan data empiris dan aktual
6. Pengukur suhu menggunakan thermokopel kabel

^{*} Corresponding author: farid@makmurmata.co.id

d. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rancangan alat yang mampu meleburkan material logam hingga 800°C dengan bahan bakar oli bekas dan waktu yang efisien.

2. METODOLOGI PENELITIAN



e. Survey Lapangan

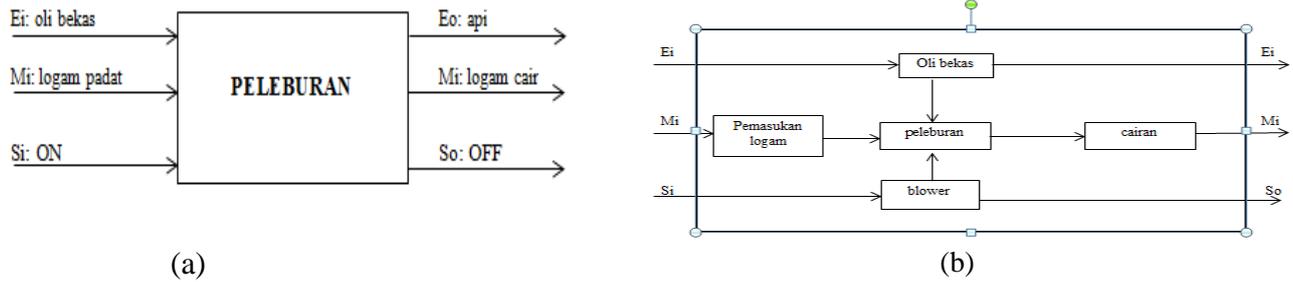
Data yang didapat dari hasil survey lapangan ke pabrik pengecoran logam aluminium yang menggunakan *crusible*. Untuk bahan bakar, mereka menggunakan gas, temperature mencapai rata-rata 700s/d750°C kapasitas *crusible* 250kg s/d 800kg cairan aluminium, *life time crusible* rata-rata mencapai 6 bulan ganti *crusible* dengan produksi setiap hari, (sabtu minggu off), perawatan 1 kali per minggu, dengan cara di bersihkan kerak-kerak yang menempel pada *crusible*.

f. Studi literatur

Dalam hal studi literature pengumpulan data dapat dilihat pada bab II sub bab 2.1 metode perancangan VDI 2221, sub bab 2.2 jenis - jenis tungku peleburan, sub bab 2.3 pelumas oli, sub bab 2.4 refraktori.

g. Perancangan Konsep

- 1) Struktur fungsi keseluruhan dari tungku peleburan logam



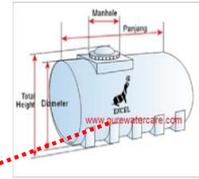
Gambar 1: (a) Fungsi keseluruhan, (b) struktur fungsi

2) Pembuatan varian konsep

Untuk mendapatkan kombinasi terbaik harus dilakukan pengeleminasian dan pemilihan. Kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih kombinasi adalah :

- a. Sesuai dengan fungsi keseluruhan
- b. Sesuai dengan daftar kehendak
- c. Secara prinsip dapat diwujudkan
- d. Dalam batas produksi
- e. Pengetahuan tentang konsep memadai
- f. Sesuai dengan keinginan perencanaan
- g. Memenuhi syarat keamanan

Tabel IV-1.
 Pemilihan Kombinasi Konsep Solusi Perancangan

No	Sub fungsi	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
1	Oli storage	1-1 drum 	1-2 Drigen 	1-3 Tangki 
2	Udara bertekanan	2-1 Blower 	2-2 Compresor 	

Note: Dashed arrows indicate connections between solutions: 1-1 to 2-1, 1-2 to 2-2, 1-3 to 2-2, and 1-3 to 2-1.

3	Penerus tekanan	3-1 Pipa PVC 	3-2 Botol kaleng 	3-3 Pipa Galvanis 
4	Katup	4-1 Tuas 	4-2 Tekan 	4-3 Putar 
5	Penerus oli	5-1 Pipa PVC 	5-2 Pipa stainless 	5-3 Pipa tembaga 
6	Rangka	6-1 pipa hollow kotak 	6-2 Baja ringan 	6-3 Aluminium profil 
7	Wadah	7-1 Kaleng 	7-2 tangki 	

8	Insulating	<p>8-1 Blanket</p> 	<p>8-2 Ceramic paper</p> 	<p>8-3 Kertas karton</p> 
9	Refraktori	<p>9-1 Pasir Cast table</p> 	<p>9-2 Bata api</p> 	<p>9-3 clay</p> 
10	Tungku	<p>10-1 Tungku besi</p> 	<p>10-2 Crusible</p> 	
11	Bahan bakar	<p>11-1 Oli</p> 	<p>11-2 Gas</p> 	<p>11-3 Solar</p> 
12	tutup	<p>Tutup kaleng</p> 	<p>Tutup corong stainless</p> 	

Varian 1

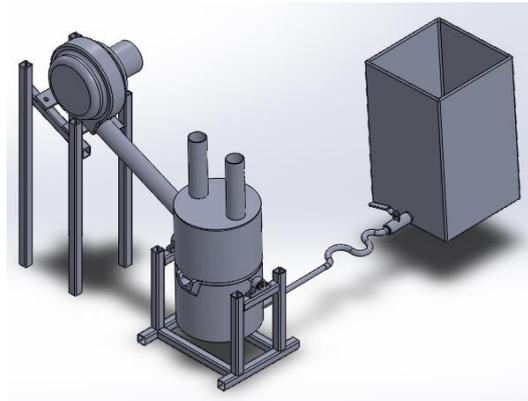
Varian 2

Varian 3

Dari hasil kombinasi varian pada Tabel IV-2 dihasilkan kombinasi varian sebagai berikut :

- a. Varian 1 : 1-1, 2-1, 3-2, 4-2, 5-2, 6-3, 7-1, 8-1, 9-3, 10-2, 11-3, 12-2
- b. Varian 2 : 1-2, 2-1, 3-2, 4-1, 5-2, 6-1, 7-1, 8-2, 9-1, 10-2, 11-1, 12-1
- c. Varian 3 : 1-3, 2-1, 3-3, 4-3, 5-2, 6-2, 7-1, 8-1, 9-3, 10-2, 11-2

Konsep varian 2 terpilih



(c)

Gambar 2: gambar rangka (c)

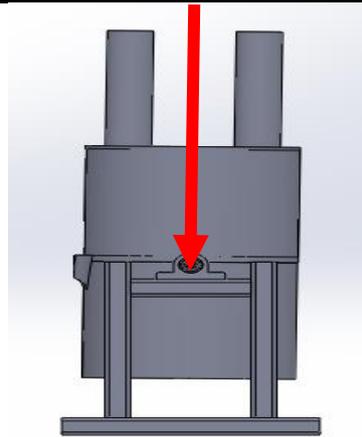
h. Perancangan Detail

Setelah melakukan proses perancangan konsep menentukan varian dan telah dapat konsep yaitu varian 2 maka selanjutnya akan dilakukan tahap perancangan detail.

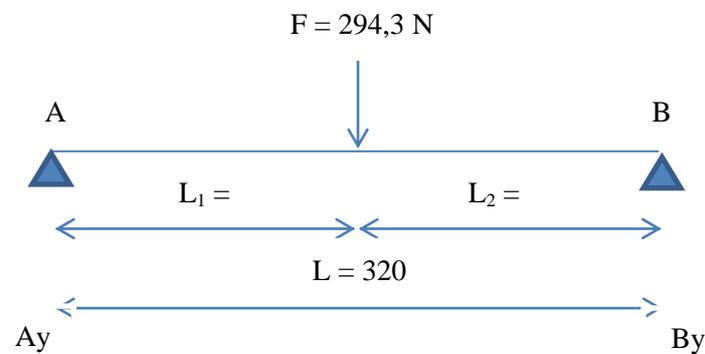
1) *Perhitungan beban rangka*

Adapun berat total tungku	Cairan logam Al	: 5kg	
yaitu :	tutup	: 2kg	
Kaleng	: 2kg	pillow	: 2kg
Ceramic paper	: 1kg	as bearing M22	: 1kg
Refraktori	: 15kg	Total	: 30kg x
Crusible	: 2kg	$9,81\text{m/s}^2 = 294,3\text{ N}$	

30kg



(d)



(e)

Gambar 2 beban rangka: (d) Reaksi gaya yang bekerja pada tungku (e) Diagram benda bebas

Reaksi gaya pada titik A adalah :

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 0 &= -(By \cdot L) + (F \cdot L_1) \\ 0 &= -(By \cdot 320) + (294,3 \text{ N} \cdot 160) \\ & \quad \mathbf{47088 \text{ N.mm}} \\ By &= \frac{\mathbf{47088 \text{ N.mm}}}{\mathbf{320 \text{ mm}}} \\ By &= 147,15 \text{ N} \end{aligned}$$

Reaksi gaya pada titik B adalah :

$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ 0 &= (Ay \cdot L) - (F \cdot L_2) \\ 0 &= (Ay \cdot 320) - (294,3 \text{ N} \cdot 160) \\ & \quad \mathbf{47088 \text{ N.mm}} \\ -Ay &= - \frac{\mathbf{47088 \text{ N.mm}}}{\mathbf{320 \text{ mm}}} \\ Ay &= 147,15 \text{ N} \end{aligned}$$

i. Faktor Keamanan

Besarnya faktor keamanan pada perancangan material berdasarkan Tabel II-3, maka dapat diasumsikan bahwa besarnya faktor keamanan adalah 2,0. Sehingga dapat dihitung besarnya tegangan maksimum yang mampu dilakukan oleh kerangka sebagai berikut :

$$Sf = \frac{\text{Tegangan luluh material}}{\text{Tegangan kerja maksimum}}$$

$$\sigma_{\text{kerja max}} = \frac{245 \text{ MPa}}{2,0}$$

$$\sigma_{\text{kerja max}} = 122,5 \text{ MPa}$$

j. Von Misses

Untuk menghitung besarnya *Von Misses* terlebih dahulu menghitung σ_x , σ_y dan τ_y . Dimana besarnya tegangan yang bekerja sepanjang sumbu x (σ_x) sebesar 0 karena kerangka tidak menerima beban dari arah sumbu x, sedangkan besarnya tegangan yang bekerja sepanjang sumbu y (σ_y) adalah $\sigma_y = 0,656 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\text{max y}} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left[\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right]^2 + (\tau_y)^2}$$

$$\sigma_{\text{max y}} = \frac{0 + 0,656 \text{ N/mm}^2}{2} + \sqrt{\left[\frac{0 + 0,656 \text{ N/mm}^2}{2}\right]^2 + (9 \text{ N/mm}^2)^2}$$

$$\sigma_{\text{max y}} = 3,34 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan faktor keamanan dibandingkan dengan hasil perhitungan *von misses*, maka dapat disimpulkan bahwa rangka besi hollow kotak ini aman untuk digunakan karena nilai besaran *von misses* lebih kecil dibandingkan dengan tegangan kerja maksimum, yaitu :

$$\sigma_{\text{kerja max}} > \text{Von Misses pada titik y}$$

$$122,5 \text{ MPa} > 3,34 \text{ Mpa}$$

k. pembuatan

Alat alat:

- Perlengkapan kunci kunci
- Gerinda potong
- Bor
- Mesin las listrik & gas
- Mesin drilling
- Blower 2inch
- Thermocouple

Bahan:

- Kaleng cat 25L
- Pasir refraktori
- Caremic paper
- krusible kapasitas 9,5kg Al
- Besi hollow kotak 30x30mm
- Pillow M22
- Selang gas
- Oli bekas
- Drigen 25L
- Keran air
- Pipa stainless steel

l. Proses Cor Pasir Refraktori

Siapkan kaleng cat. Lalu potong menggunakan gerinda dengan ukuran kurang lebih 200mm tingginya. Pasang ceramic paper di dinding dan dibawah kaleng dengan ketebalan 5mm berfungsi sebagai isolasi untuk meminimalisir panas yang terbuang dari dinding dan bawah kaleng. Dan diberi perekat agar tidak berubah posisi ceramic paper pada saat di cor oleh castable. Kemudian cor dinding dan bawah kaleng dengan pasir tahan panas yaitu pasir refraktori castable dengan nama material Tuffcrete25sic, dengan ketebalan dinding 20mm dan bawah 40mm menggunakan cetakan plastik perbandingan air 1,5-1,7Liter/25kg, setelah di cor, diamkan selama 1 hari agar

coran mengeras setelah itu cabut cetakan. Kemudian cor lagi bagian bawah untuk buat dudukan krusible dengan tinggi 40mm. Pasir tersebut kuat sampai dengan temperature 1600°C biasa dipakai di ladle peleburan logam besi. Setelah mengeras lalu bor untuk lobang as ukuran M22 ke pillow dan lubang masuknya oli ukuran pipa 1/2inchi.



(f)

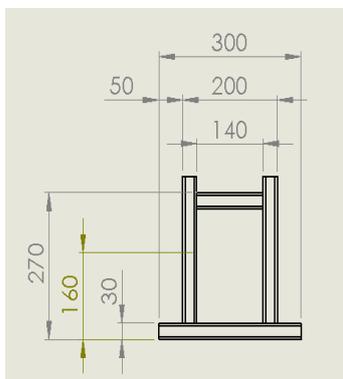


(g)

Gambar 3 proses cor dan bor tungku: (f) proses bor lubang (g) proses cor pasir refraktori

m. Proses Pembuatan Rangka

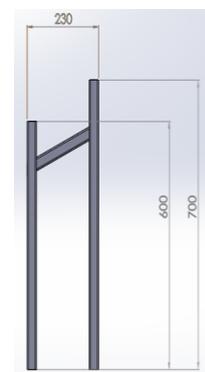
Siapkan besi hollow galvanis ukuran 6000x30x30mm lalu potong potong sesuai dengan desain menggunakan gerinda. Setelah di potong menjadi beberapa bagian masuk dalam proses pengelasan menggunakan mesin las di setiap sudut, kemudian setelah di las lalu di bor untuk membuat dudukan pillow dengan mesin drilling pasang pillow di rangka



(h)



(i)



(l)

Gambar 4 proses pembuatan rangka dan pengelasan: (h) desain rangka (i) proses pengelasan rangka pembuatan rangka blower (l)

n. Pengujian

Pengujian menggunakan material profil aluminium. selanjutnya profil aluminium bekas dipotong kecil-kecil agar mudah dimasukkan ke dalam krusible.

Tabel 1 hasil pengujian

Jam	temperature	Bahan bakar terpakai	Logam aluminium
0	35°C	0 Liter	2kg
1	210°C	1 Liter	2kg
2	455°C	3 Liter	3kg
3	610°C	6 Liter	4kg
4	525°C	8 Liter	4kg

5	507°C	10 Liter	4kg
---	-------	----------	-----



(m)

Gambar 7 temperature maksimal (m)

Dari hasil data di atas didapat kesimpulan yaitu 1 kali meleburkan aluminium dengan bahan bakar oli bekas membutuhkan waktu 5 jam untuk mencapai temperature 600°C dan membutuhkan 10 liter oli bekas dalam 1 kali meleburkan menggunakan blower daya 150 watt 3000 rpm

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil proses perancangan dan pengujian pada tungku peleburan logam menggunakan oli bekas ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan faktor keamanan dibandingkan dengan hasil perhitungan *von misses* maka dapat disimpulkan bahwa rangka besi hollow kotak ini aman untuk digunakan karena nilai besaran *von misses* lebih kecil dibandingkan dengan tegangan kerja maksimum.
- proses perancangan pembuatan tungku peleburan logam menggunakan metode vdi 2221.
- oli bekas bisa dijadikan sebagai bahan bakar untuk melebur logam.
- Dengan menggunakan bahan bakar oli bekas dengan desain seperti diatas temperature belum mencapai 800°C
- Dari desain yang dibuat oli bekas menghabiskan 10liter dalam 1kali peleburan dan membutuhkan waktu 5jam untuk pembakaran.
- Dari segi waktu masih belum efektif dengan menggunakan oli bekas untuk pembakaran logam yang temperature mencapai titik lebur diatas 600°C,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Perancangan Dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar*, Akhyar, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Jalan Syech Abd. Rauf No.7 Darussalam Banda Aceh, 23111
- [2] Mindar Yuntoro. Perancangan Alat Pengering Kertas Dengan Metode VDI 2221. Jurnal. Universitas Mercubuana. Jakarta. 2008.
- [3] *Rancangan Dapur Pelebur Untuk Melebur Aluminium Dan Paduannya Dengan Kapasitas 30kg Untuk Keperluan Lab.Foundry*, bramanta ginting Universitas Sumatera Utara Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Medan.
- [4] Teknik Pengecoran Logam Ir. Tata Surdia M.S. Met. E. *Lektor Kepala Institut Teknologi Bandung* Dr. Kenji Chijiwa *Guru Besar, Universitas Tokyo* P.T. PRADNYA PARAMITA JAKARTA 1982

-
- [5] Casting by ASM Handbook Vol 15
 - [6] *Studi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Khusus Oli Bekas Pada Bengkel Motor Di Kota Makassar*, Eva Lavenia Malia, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa 2017
 - [7] *pengujian sifat temperatur pelunakan material refraktori silika (sio₂) pada lining tungku induksi peleburan besi cor*, Johan Alandria, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Tekni. Semarang, 2012
 - [8] Fukuzawa Yukichi , JIS G3101(2005) *carbon steel sheet and strip.pdf*
 - [9] Djoko W Karmiadi. Engineering Structural Static. Universitas Pancasila. Jakarta.
 - [10] Beer, Ferdinand P., E Russel Johnston, Jr., Mechanics of Materials, Mc Graw-Hill, USA. 1985.
 - [11] Standard Handbook Of Machine Design / editors in chief, Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, - 2nd ed. McGraw-Hill 1996.
 - [12] Machine Design Project Joseph p. Vidosic, ph.d The Ronald Press. New York 1957