ARTIKEL

RANCANG BANGUN TUNGKU PELEBUR LOGAM BEKAS (*NON FERRO*) DENGAN KAPASITAS 5 KG DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS LPG

Oleh:

NAMA : AMIN YAHYA

NPM : 14.1.03.01.0031

Dibimbing oleh :

1. **Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng.**
2. **M. Muslimin Ilham, M.T.**

PROGRAM STUDI MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2018

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: AMIN YAHYA
NPM	: 14.1.03.01.0031
Telepun/HP	: 085 745 471 543
Alamat Surel (Email)	: aminyahya876@gmail.com
Judul Artike	: RANCANG BANGUN TUNGKU PELEBUR LOGAM BEKAS (*NON FERRO*) DENGAN KAPASITAS 5 KG DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS LPG
Fakultas – Program Studi	: Fakultas Teknik – Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
Alamat Perguruan Tinggi	: Jalan K.H. Achmad Dahlan No. 76 Kediri.

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 di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 9 Agustus 2018
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Hesti Istiqlaliyah, ST., M.Eng. **NIDN. 0709088301**	**M. Muslimin Ilham, M.T.** **NIDN. 0713088502**	**AMIN YAHYA** **NPM. 14.1.03.01.0031**

RANCANG BANGUN TUNGKU PELEBUR LOGAM BEKAS (*NON FERRO*) DENGAN KAPASITAS 5 KG DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS LPG

AMIN YAHYA
14.1.03.01.0031
Teknik – Mesin
aminyahya876@gmail.com
Hesti Istiqlaliyah, ST., M.Eng.[1] dan M. Muslimin Ilham, M.T.[2]
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Melihat penggunaan aluminium saat ini sangat tinggi khususnya dalam produk-produk makanan atau minuman yang mengakibatkan populasi sampah aluminium kini meningkat. Sampah aluminium dapat terurai 80-100 tahun, di tinjau dari proses penguraian aluminium yang lama dan populasi sampah aluminium yang terus meningkat, maka perlu adanya pengolahan sampah khususnya sampah aluminium agar tidak mencemari lingkungan dan dapat menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis. Untuk menghasilkan kualitas alumunium yang baik diperlukan suatu pengerjaan pengecoran almunium yang berkualitas dan dapat bersaing dalam industri logam yang semakin ketat. Pengerjaan dalam pengecoran logam alumunium meliputi beberapa tahap diantaranya; persiapan bahan baku, pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan coran, pembongkaran, pembersihan serta pemeriksaan hasil coran.

Tujuan dari perancangan ini adalah menghasilkan satu konstruksi dari tungku pelebur logam bekas (*non ferro*) dengan kapasitas 5 kg dengan menggunakan bahan bakar gas lpg untuk pengolahan sampah aluminium.

Dari hasil perancangan ini kapasitas dari alat yang dirancang adalah sebesar 5 kg dengan krusibel/ladel menggunakan pipa silinder berdiameter 10,5 cm, tinggi 24,4 cm, dengan besar tungku krusibel memiliki panjang 50 cm,tinggi 50 cm. dengan menggunakan bahan bakar gas lpg. Pada perancangan ini krusibel/ladel dapat menampung aluminium cair sebanyak 5 kg.

Kata Kunci :Rancang Bangun,krusibel/ladel, Logam, Bahan Bakar Gas LPG.

I. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman dan laju teknologi yang sangat pesat, kebutuhan manusia juga semakin hari semakin meningkat dan semakin kompleks. Berawal kira-kira 4000 sebelum masehi, ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Dimana teknologi pengecoran logam dipakai untuk proses pembentukan logam dan bermacam- macam metode pengecoran yang telah dikembangkan karena logam mempunyai sifat keras dan kuat sehingga umur pemakaiannya lebih lama. Coran dibuat dari logam yang dicairkan dituang kedalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai (Yuliyanti, 2016). Melihat penggunaan aluminium saat ini

sangat tinggi khususnya dalam produk-produk makanan atau minuman yang mengakibatkan populasi sampah aluminium kini meningkat. Sampah aluminium dapat terurai 80-100 tahun, di tinjau dari proses penguraian aluminium yang lama dan populasi sampah aluminium yang terus meningkat, maka perlu adanya pengolahan sampah khususnya sampah aluminium agar tidak mencemari lingkungan dan dapat menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis. Untuk menghasilkan kualitas aluminium yang baik diperlukan suatu pengerjaan pengecoran alminium yang berkualitas dan dapat bersaing dalam industri logam yang semakin ketat. Pengerjaan dalam pengecoran logam aluminium meliputi beberapa tahap diantaranya; persiapan bahan baku, pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan coran, pembongkaran, pembersihan serta pemeriksaan hasil coran.

Industri logam khususnya pengecoran logam mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang pembangunan saat ini. Untukmewujudkan haltersebut maka diperlukan sebuah tungku/dapur untuk proses peleburan logam non ferro khususnya aluminium.

Logam *non ferro* atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Sifat - sifat umum logam bukan besi kebanyakan logam bukan besi tahan terhadap korosi (air atau kelembaban), misalnya zat magnesium, tahan terhadap korosi dalam lingkungan udara biasa, akan tetapi di dalam air laut, ketahan terhadap korosinya dibawah ketahanan baja biasa. Sifat atau ciri dari logam bukan besi adalah pada berat jenisnya(Narasati, dkk. 2016).

Tanur krusibel adalah dapur yang paling tua digunakan. Dapur ini kontruksinya paling sederhana dan menggunakan kedudukan tetap dimana pengambilan logam cair dilakukan dengan menggunakan *ladle* atau gayung. Dapur ini sangat *fleksibel* dan serba guna untuk peleburan dengan skala kecil dan sedang. Bahan bakar dapur ini adalah gas atau bahan bakar minyak, karena mudah mengawasi operasinya (Sundari, 2011).

Menurut Adi, dkk. (2014), hasil pengujian tungku listrik dngan dimensi T = 214 mm,dengan diameter luar 284 mm, menghasilkan kesimpulan di antaranya, Tungku tahanan listrik ini dapat menghasilkan suhu hingga 800º C, Proses pencairan 2 kg logam Al dengan pengaturan suhu 750º C tungku ini secara aktual memerlukan waktu total 58 menit sedangkan secara teroritis hanya 54,24 menit, Efisiensi tungku 64,05 % dengan

daya listrik 3385,3 W, Perbedaan waktu hasil pengukuran dan perhitungan bisa disebabkan karena :

1. Komposisi paduan logam alumunium tidak homogen.
2. Pengukuran kurang cermat.
3. Konstanta perhitungan belum sesuai jenis logam.

Menurut Winarno, J., (2013), hasil pengujian tungku dengan spesifikasi dapur dengan dimensi P = 600 mm, L = 600 mm dan T = 600 mm, ketebalan plat dinding dapur 0,8 mm, menggunakan isolator abu hasil pembakaran sekam, panggangan kowi dengan tebal 5mm, lebar 20mm, menghasilkan kesimpulan di antaranya, Tungku yang dirancang dapat digunakan untuk melebur aluminium dengan laju peleburan 2,6 kg aluminium acrap per jam dan laju konsumsi bahan bakar sebesar 3,25 kg bahan bakar/jam, Besarnya laju pembakaran bahan bakar ini lebih kecil jika dibandingkan dengan tungku peleburan berbahan bakar solar, berbahan bakar oli bekas yang dan tungku peleburan berbahan bakar minyak tanah, Besarnya kebutuhan bahan bakar untuk melebur aluminium adalah sebesar 1,3 kg baban bakar per kg aluminium scrap, Besarnya efisiensi tungku peleburan aluminium yang dirancang adalah sebesar 5,45 % karena rugi-rugi kalor yang terjadi masih cukup besar.

Menurut Istana, dkk., (2016), Dari hasil pengujian tungku peleburan aluminium diketahui bahwa tungku yang dirancang mampu meleburkan aluminium scrap rata-rata 2,4 Kg per jam dengan laju pembakaran bahan bakar 3,6 liter per jam. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan bahan bakar untuk melebur aluminium adalah sebesar 1,5 liter per kg aluminium scrap.

II. METODE PERANCANGAN

Agar pelaksanaan perancangan tidak menyimpang dari tujuannya maka digunakan diagram alir perancangan, seperti yang terlihat pada gambar1 dibawah.

Gambar 1 Diagaram alir

dalam pelaksanaan perancangan, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perekayasaan ini adalah sebagai berikut:

1. Studi lapangan dan literatur

   Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan data-data tentang proses pengolahan limbah sampah alumunium yang selama ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori perancangan alat pelebur logam untuk pengolahan sampah alu-munium. Literatur perancangan diperoleh dari mencari referensi buku-buku penunjang atau dari media yang berkaitan dengan perancangan yang dilakukan.

2. Perancangan

   Dilakukan setelah perumusan masalah ditentukan dan dilakukan perancangan desain alat. Peran-canagan ini mengacu pada beberapa faktor sebagai berikut:

   a. Bahan baku alat mudah didapat.
   b. Pengoperasian dan pemeliharaan mudah.

3. Alat dan bahan

   Dalam rancang bangun tungku peleburan alumunium ini membutuhkan beberapa bahan dan menggunakan alat bantu dalam proses pembuatan komponennya maupun pada saat perakitannya. Adapun komponen dipakai dalam mesin ini yaitu:

   a. Alat perancangan
      1) Mesin bor
      2) Mesin las listrik
      3) Gerinda
      4) Tang
      5) Obeng
   b. Bahan pendukung
      1) Batu bata tahan api
      2) Semen tahan api
      3) Plat besi
      4) Pipa besi
      5) Krusibel (ladel)
      6) Gas LPG
      7) *Regulator* bertekanan
      8) *Blower*

4. Pembuatan alat

   Pembuatan alat dilakukan dengan bahan dan alat seperti tersebut diatas dan sesuai dengan desain yang telah dibuat peneliti.

5. Uji coba alat

   Tahapan ini dilakukan setelah tahap pembuatan sudah selesai. Validasi data ini meliputi:

   a. Pemeriksaan bentuk fisik sesuai desain
   b. Pengoprasian
   c. Keamanan dan keselamatan kerja

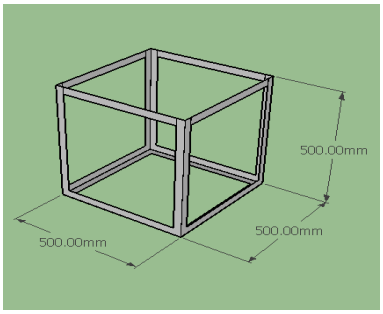
6. Hasil

   Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data dari hasil pengujian yang selanjutnya dilakukan analisa dan diperoleh kesimpulannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

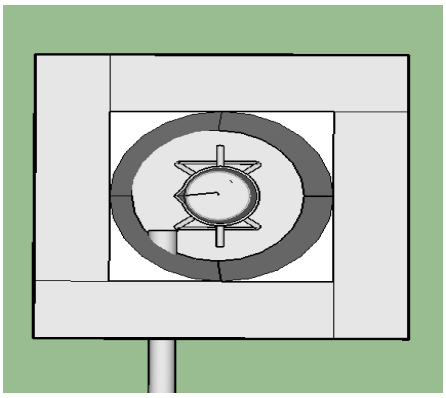
A. Desain alat

1. Pada desain rangka ini menggunakan besi siku yang ketebalannya 2 mm, dengan panjang rangka 50 cm, lebar 50 cm dan tinggi 50 cm.



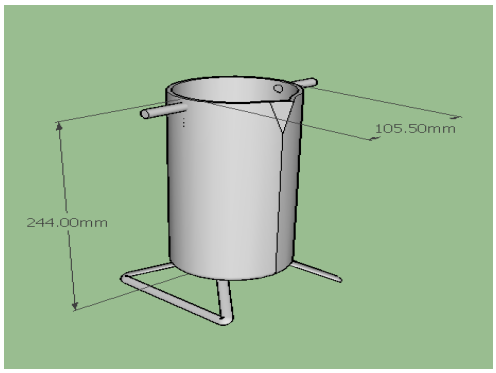
Gambar 2*Desain*rangka tungku

2. Gambar desain tungku tampak atas



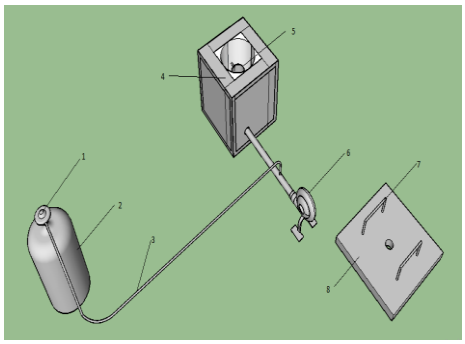
Gambar 3*Desain*tungku tampak atas

3. Gambar desain krusibel (ladel)



Gambar 4 desain krusibel (ladel)

4. Gambar desain tungku krusibel



Gambar 5*Desain* tungku krusibel

Keterangan:

1. *Regulator*
2. Tabung LPG 3 kg
3. Selang*Regulator*
4. Batu bata tahan api
5. Krusibel/ladel
6. *Blower*
7. *Hadle* tutup tungku
8. Tutup tungku krusibel

B. Spesifikasi Produk

Perancanga tungku pelebur logam ini menggunakan jenis material dan spesifikasi sesuai dengan kajian pustaka. Beberapa data perancangan di bawah yang digunakan untuk mendukung terwujudnya rancang bangun tungku pelebur logam bekas (*non ferro*) dengan kapasitas 5 kg. pada perancangan ini dapur yang digunakan untuk peleburan hanya untuk melebur aluminium. Dapur krusibel ini memakai bahan bakar gas lpg untuk memanaskan sebuah crusibel/ladel lebur yang terletak di tengah-tengah ruang bakar yang dindingnya dilapisi dengan batu bata

tahan api sebagai isolator dan lapisan tanah liat. Pada perancangan ini mempunyai Spesifikasi yaitu:

1. Rangka

   Rangka ini dibuat dengan menggunakan besi siku dengan tebal plat 1 mm, dan mempunyai ukuran panjang 50 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 50 cm.

2. Krusibel/ladel

   Pada perancangan ini krusibel/ladel yang dipakai adalah pipa silinder stanles steel 304 dengan ketebalan 4 mm dengan diameter luar 11,4 cm dan diameter dalam 10,5 cm dan tinggi 24,4 cm, karena titik lebur yang cukup tinggi yaitu 1398-1454$^{\circ}C$sedangkan titik lebur aluminium sendiri yaitu 660$^{\circ}C$ tentunya cukup mampu untuk proses peleburan aluminium ini. Perhitugan perancangan ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan dan spesifikasi bahan yang dibutuhkan untuk perancangan tanur krusibel.

   a. Perhitungan volume ladel/krusibel dapat dicari dengan mengunakan rumus sebagai berikut.

      Diketahui :

      π = 3,14

      t = 24,4 cm

      ⌀ = 10,5 cm

      r = 5,25

      Ditanya : v … … … … . ?

      $$v = \pi . r^2 . t$$

      = 3,14 . $5{,}25^2$. 24,4

      = 211,7 cm^3

   b. Menghitung kapasitas tungku

      Kapasitas tungku dapat dihitung dengan menggunakan rumus perkalian antara volume tabung dengan berat jenis aluminium, dimana berat jenis aluminium sebesar 2,7 g/cm^3.

      $$Q_{Maks} = v_c . \rho_{al}$$

      Dimana :

      ρ_{al}= massa jenis aluminium

      v_c = Volume krusibel/ladel

      Diketahui :

      v_c = 211,7 cm^3

      ρ_{al} = 2,7 g/cm^3

      Ditanya :Q_{maks} ……. ?

      Q_{maks}

      $= v_c \cdot \rho_{al}$

      $= 2111{,}7\ cm^3 . 2{,}7 g/cm^3$

      = 5701,6 g/cm^3

      = 5,7 kg/m^3

      Maka perancangan tabung dengan diameter tabung 10,5 cm dengan tinggi 24,4 cm dapat menampung aluminium sebanyak 5 kg.

3. *Casing*/Penutup

   Casing/penutup rangka dibuat dari plat besi tebal 0,7 mm dengan panjang 50 cm, tinggi 50 cm.
4. Bahan bakar yang digunakan adalah gas LPG.
5. Blower sebagai penambah tekanan udara pada gas LPG.
6. Isolator

   Isolator pada alat ini dibuat dengan bahan material dari campuran pasir dan semen *fire mortar*, dengan lebar 10 cm, tinggi 10 cm, dan panjang 40 cm.
7. Tutup tungku krusibel

   Tutup tungku krusibel ini dibuat dengan menggunakan campuran pasir dan semen *fire mortar* dengan tebal 3 cm, panjang 50 cm dan lebar 50 cm.

C. Fungsi dan cara kerja alat

1. Fungsi-fungsi dari bagian tanur krusibel
   a) Rangka berfungsi sebagai *casing* tanur.
   b) Batu bata tahan api berfungsi sebagai isolator atau untuk menjaga panas dari ruang bakar agar tidak keluar berlebihan.
   c) Krusibel/ladel berfugsi sebagai wadah aluminium yang akan dilebur.
   d) Tutup tanur dengan lubang tengah berfungsi sebagai tutup tanur biar panas api tidak langsung keluar, dengan lubang tengah sebagai cerobong udara dan jalan untuk memasukkan aluminium kedalam krusibel/ladel .
   e) Gas LPG berfungsi sebagai penyuplai bahan bakar.
   f) *Regulator* bertekanan berfungsi sebagai penyetel besar kecilnya gas yang keluar dari tabung gas.
   g) *Blower* berfungsi sebagai penambah tekanan udara/gas kedalam ruang bakar.
2. Cara Kerja Tanur Krusibel

   Cara kerja tanur krusibel ini dapat dilakukan sesuai dengan prosedur pada perancangan agar sesuai dengan kapasitas yang di inginkan. Di mulai dari pengecekan alat sebelum melakukan kerja hingga pengontrolan pada saat alat bekerja.

   a. Persiapkan bahan baku yang akan di lebur yaitu aluminium.
   b. Masukkan krusibel/ladel kedalam ruang bakar setelah itu masukkan aluminium secukupnya, kemudian tutup kembali tanur.
   c. Pastikan seluruh bagian alat aman tidak ada bagian pada saluran gas yang bocor.

d. Setelah seluruh alat terkontrol, putar regulator bertekanan sedikit kemudian ambil korek api untuk menyalakannya,
e. Setelah api menyala setel besar kecilnya api pada regulator, setelah api sudah menyala sesuai kebutuhan, lalu nyalakan blower dan buka blower setelan tekanan udara sampai semburan api sesuai kebutuhan .
f. Setelah api sudah menyala sesuai kebutuhan, tunggu sampai 11 menit sampai aluminium meleleh lalu tambahkan kembali aluminium sedikit demi sedikit lewat lubang tutup bagian atas tanur sampai kapasitas yang di inginkan.
g. Setelah semua aluminium meleleh tahap akhirnya yaitu buka kembali tutup tanur lalu ambil krusibel/ladel dengan pengait dan tuangkan cairan aluminium tersebut kewadah yang sudah di sediakan.

D. Hasil Uji Joba Produk

Hasil uji joba pada perancangan alat pelebur logam ini meliputi kesesuaian dengan ukuran/dimensi. Perancangan ini menggunakan krsibel/ladel dengan diameter tabung sebesar 10,5 cm, tinggi 24,4 cm, dengan menggunakan bahan bakar gas lpg. perancangan ini dapat menampung aluminium cair dengan kapasitas 5 kg, sesuai apa yang direncanakan.

Tabel 1 hasil uji coba

No	Berat Bahan (kg)	Lama Peleburan (menit)	Rata-rata krusibel/ladel (menit)
1	1	11.20	11.08
2		11.05	
3		11	
1	3	19.10	19.04
2		19	
3		19.04	
1	5	28	28.33
2		28	
3		29	

Uji coba peleburan alamunium dilakukan dengan 3 variasi berat aluminium, uji coba pertama yaitu dengan berat aluminium 1 kg, uji coba kedua 3 kg dan yang uji coba terakhir dengan berat aluminium 5 kg, dari hasil uji coba peleburan aluminium didapatkan hasil rata-rata waktu peleburan 1 kg = 11.08 menit, 3 kg = 19.04 menit dan 5 kg = 28.33 menit.

E. Keunggulan Dan Kelemahan Alat

Dalam setiap perancangan pastinya ada keunggulan dan kelemahannya pada tanur krusibel ini memiliki kelebihan dan kelemahan sebagai berikut :

Tabel 2keunggulan dan kelemahan alat

NO	Desain lama	Desain pada perancangan ini
1	Tungku peleburan menggunakan listrik	Tungku peleburan menggunakan gas lpg, dilengkapi dengan *blower* dan *burner*.
2	Pada perawatan krusibel/ladel yang menggunakan listrik lebih rumit.	Pada perawatan krusibel/ladel yang menggunakan gas lpg lebih mudah.
3	Desain krusibel/ladel peleburan yang kecil hanya berkapasitas 2,6 kg.	Desain krusibel/ladel lebih besar dengan kapasitas 5 kg.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tungku peleburan mengunakan listrik lebih mahal dan lebih rumit, dibandingkan tungku peleburan menggunakan gas lpg, karena pada alat ini hanya menggunakan pipa silinder yang bagian bawahnya ditutup oleh besi plat, dan harganyapun terbilang terjangkau dibandingkan tunggku listrik yang pastinya lebih mahal, tetapi pada perancangan ini pengoperasian masih dengan manual dibanding dengan tungku listrik yang kebanyakan sudah menggunakan alat modern. Desain tungku yang menggunakan lpg berdimensi yaitu, panjang 50 cm, tinggi 50 cm, dengan diameter tabung krusibel/ladel 10.5 cm, dan tinggi 24.4 cm, dapat menampung aluminium cair sebesar 5 kg jelas leih besar dibanding desain lama yaitu hanya 2.6 kg, tentunya pada perancangan ini cocok sekali buat para pengrajin industri rumahan.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Kapasitas dari alat yang dirancang adalah sebesar 5 kg dengan krusibel/ladel menggunakan pipa silinder berdiameter 10,5 cm, tinggi 24,4 cm, dengan besar tungku krusibel memiliki panjang 50 cm,tinggi 50 cm. dengan menggunakan bahan bakar gas lpg. Pada perancangan ini krusibel/ladel dapat menampung aluminium cair sebanyak 5 kg.

B. Saran

Hasil perancangan ini masih perlu di lakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, guna untuk mengop-timalkan kinerja dan kelengkapan komponen lain pada tanur krusibel untuk di gunakan pada industri, selain itu dapat di gunakan untuk pengolahan sampah selain aluminium.

V. DAFTAR PUSTAKA

Adi. M. I, Raharjo. P. W, Sur-ojo. E., 2014, Rancang Bangun Tungku Pencairan Logam Alumunium Berkapasitas 2 Kg Dengan Meka-nisme Tahanan Listrik (Pengujian Performansi),*Mekanika*, (Online), 13 (1): 21-32, Tersedia: http://ju-rn-al.ft.un-s.a-

c.id/index.php/mekanika/article/view/372, diakses tang-gal 14 Januari 2018.

Istana. B, Lukman. J., 2016, Ra-ncang Bangun dan Pengujian Tu-ngku Peleburan Aluminium Ber-bahan Bakar Minyak Bekas, *Surya Teknika*, (Online), 2 (4): 10-14, Tersedia: http://eju-rnal.um-ri.-ac-.id/ind-ex.ph-p/J-ST/article/view/42/22, diakses: tanggal 14 Januari 2018.

Narasati. M, Ricky. M, Nu-rneutia. S., 2016, Bahan Konstruksi Kimia Logam Bukan Besi (Non Ferro), Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, (Online), tersedia: ht-tps://date-np-d-f.c-om/down-lo-ad-/makalah-logam-bukan-be-s-i_pdf, di-akses: tanggal 4 juni 2018.

Sundari. E., 2011, Rancang Bangun Dapur Peleburan Alumunium Bahan , (Online), 3 (1), 17-26, tersedia: http://jurnal.polsri-ac.id/ind-ex.p-hp-/a-ust-eni-t/art-icle/view/118, diakses: tang-gal 14 Januari 2018.

Winarno, J., 2013, *Rancang Ba-ngun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Padat dengan Sis-tem Aliran Udara Paksa*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra, Yogyakarta. (online), tersedia: ht-tp://w-ww-.jur-nalte-kn-i-k.j-an-a-badra.ac.id/wp-c-ont-ent/u-plo-ad-s/2014/03/07-Joko-Win-1-Apr-1-3.p-df, diakses: tanggal 14 Januari 2018.

Yuliyanti., 2016, *Rancang Ba-ngun Tungku Pengecoran Alumunium Skala Laboratorium*, Sekripsi, Fa-kultas Teknik, Univ-ersitas Di-ponegoro, (Online), ter-sedia: ht-tp://eprints.un-di-p.a-c.i-d-/50-33-6/, diakses: tanggal 14 Januari 2018.