

## RANCANG BANGUN TUNGKU PENGECORAN LOGAM *NON FERRO* (ALUMINIUM (Al) DAN TIMAH) DENGAN KAPASITAS 30 KG DILENGKAPI DIGITAL TEMPERATUR KONTROL

**Faris Dwi Feyzar Noor**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [farisnoor@mhs.unesa.ac.id](mailto:farisnoor@mhs.unesa.ac.id)

**Mochamad Arif Irfa'i**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [arifirfai@unesa.ac.id](mailto:arifirfai@unesa.ac.id)

### Abstrak

Penggunaan alat peraga sebagai media pembelajaran khususnya untuk ilmu bahan masih jarang digunakan oleh dosen. Kebanyakan dosen lebih suka mengajarkan secara verbal kepada mahasiswa tanpa ada alat peraga yang mendukung. Salah satu penyebabnya adalah tidak berjalannya alat peraga seperti alat peraga tungku pengecoran atau dapur peleburan. Tujuan tugas akhir ini untuk menciptakan Tungku Pengecoran logam *non ferro* (aluminium (Al) dan timah) dengan kapasitas 30 kg dilengkapi digital temperatur kontrol. Berdasarkan latar belakang diatas perancangan ini menggunakan metode rekayasa. Metode rekayasa adalah metode yang menerapkan ilmu pengetahuan menjadi suatu rancangan guna mendapatkan kinerja sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Hasil dalam perancangan ini adalah terciptanya Tungku Pengecoran logam *non ferro* (aluminium (Al) dan timah) dengan kapasitas 30 kg dilengkapi digital temperatur kontrol. Alat ini dapat menghasilkan pengecoran dengan temperatur logam aluminium 680 °C dan logam timah dengan temperatur 250 °C, alat ini juga dilengkapi digital temperatur kontrol (termokopel) sehingga dapat mengetahui temperatur yang tepat untuk meminimalisir cacat porositas.

**Kata Kunci:** Alat peraga, *Burner*, Logam *Non Ferro* , Termokopel.

### Abstract

The use of teaching aids as learning media especially for materials science is still rarely used by lecturers. Most lecturers prefer to teach verbally to students without any supporting tools. One of the reasons is the failure of props such as props for casting furnaces or smelters. The purpose of this final project is to create a non-ferrous metal casting furnace (aluminum (Al) and tin) with a capacity of 30 kg equipped with temperature control digital. Based on the background above, this design uses engineering methods. Engineering methods are methods that apply science to a design to get performance in accordance with specified requirements. The result of this design is the creation of a non-ferrous metal casting furnace (aluminum (Al) and tin) with a capacity of 30 kg equipped with temperature control digital. This tool can produce casting with a temperature of aluminum metal 680 °C and tin metal with a temperature of 250 °C, this tool also features a digital temperature control (thermocouple) so that it can determine the right temperature to minimize defects in porosity.

**Keywords:** Props, *Burners*, *Non Ferro* Metals, Thermocouples.

### PENDAHULUAN

Alat peraga memiliki peran penting dalam kegiatan pembelajaran. Alat peraga mampu memberikan pengalaman visual kepada mahasiswa secara langsung antara lain untuk mendorong motivasi belajar, memperjelas dan mempermudah konsep yang abstrak dan mempertinggi daya serap belajar. Program studi D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya memiliki konsentrasi yaitu konsentrasi produksi dan konsentrasi otomotif. Konsentrasi produksi program studi D3 Teknik Mesin mempelajari ilmu produksi material baik

perkembangan ilmu dasar sampai terbaru guna menciptakan keahlian dalam praktik kerja. Salah satu cabang ilmu yang dipelajari adalah tentang pengecoran logam, ilmu tersebut merupakan bagian dari ilmu produksi.

Pengecoran logam dapat dibagi dalam dua golongan yaitu logam *ferro* dan logam *non ferro*. Logam *ferro* adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Sedangkan Logam *non ferro* adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (FE). (Surdia, T., Chijiwa, K., 2000)

Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga cetak (*cavity*) sesuai dengan bentuk atau desain yang diinginkan. Setelah logam cair memenuhi rongga cetak dan tersolidifikasi, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder. (Surdia, T., Chijiwa, K., 2000)

Untuk melakukan pengecoran logam, bahan yang digunakan adalah Aluminium dan Timah. Aluminium merupakan logam non ferro yang bahan dasarnya adalah bauksit dan kreolit. Melalui cara bayer diperoleh tanah tawas lalu tanah tawas direduksi menjadi aluminium melalui elektrolisa. Secara luas aluminium lebih ekonomis dibanding bahan baku teknik lainnya. Sehingga penggunaan aluminium terus meningkat dari tahun-ketahun. Aluminium juga mempunyai sifat lunak, tergolong jenis logam ringan, logam yang mudah ditemukan di bumi setelah besi, mudah dalam pengolahannya, berwarna putih mengkilat dan berkilau, tahan karat, memiliki konduktivitas listrik yang sangat bagus, dapat ditempa dan mudah didaur ulang. Timah merupakan logam lunak, fleksibel dan warnanya abu-abu metalik, tergolong jenis logam berat. Timah tidak mudah dioksidasi dan tahan terhadap korosi disebabkan terbentuknya lapisan oksida timah yang menghambat proses oksidasi lebih jauh. Timah tahan terhadap korosi air distilasi dan air laut, akan tetapi dapat diserang oleh asam kuat, basa, dan garam asam. Proses oksidasi dipercepat dengan meningkatnya kandungan oksigen dalam larutan. (Surdia.Tata, 20 Surdia, T., Chijiwa, K., 2000)

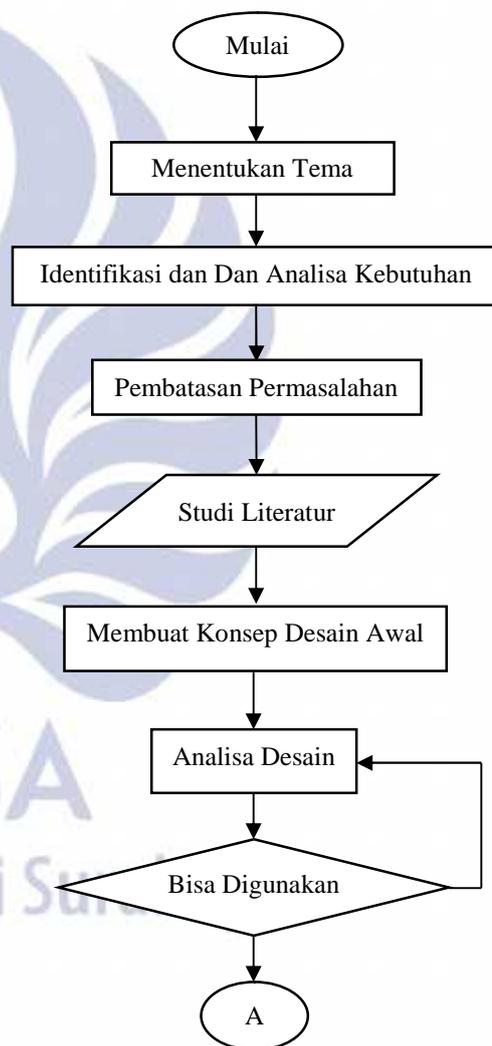
Digital Temperatur Kontrol merupakan proses kontrol perubahan suhu yang dapat diukur atau terdeteksi, dan bagian dari energi panas yang masuk ke dalam atau keluar dari ruang yang disesuaikan untuk mencapai suhu rata-rata yang diinginkan.

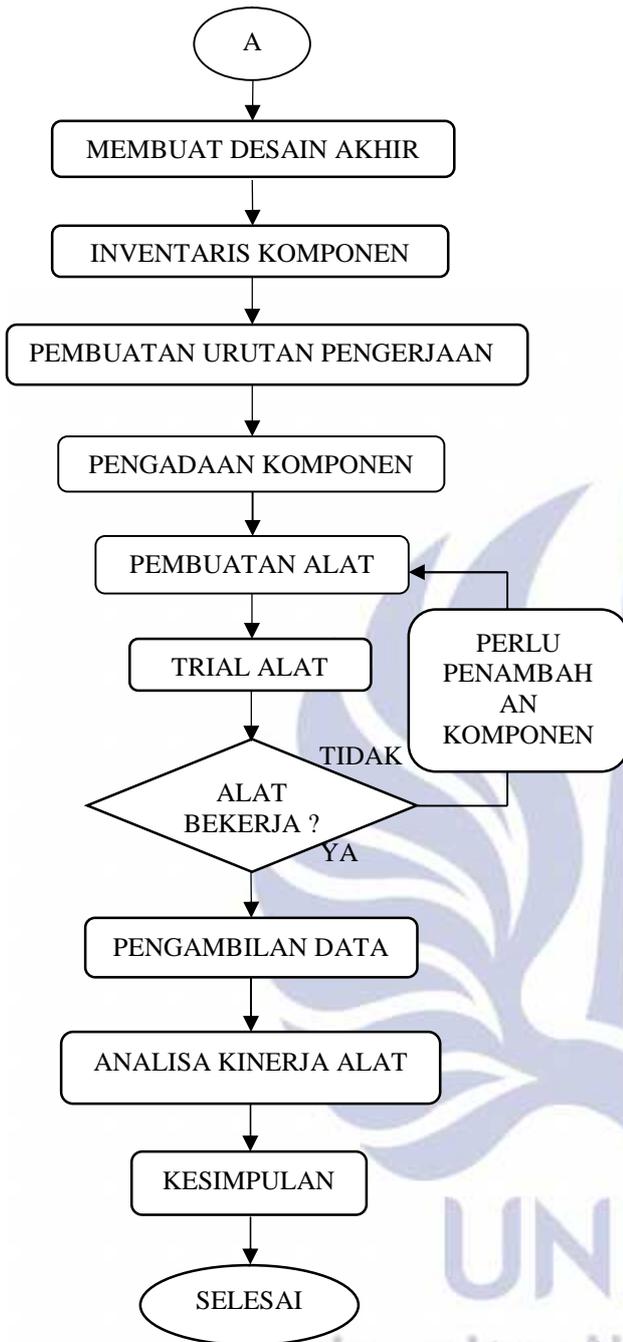
Untuk mengetahui suhu rata-rata yang dicapai, Digital Temperatur Control mempunyai kontak-kontak NO NC pada output settingnya, serta membutuhkan input *power supply* dalam mengetahui temperatur yang akan dicapai. Untuk mengatur digital temperatur kontrol bisa menggunakan dasar teori seperti yang telah diketahui, bahwa sensor suhu memiliki nilai output yang kecil pada kondisi level *noise* yang tinggi, maka nilai output tersebut memerlukan pengkondisian sinyal agar nilai output tersebut dapat dibaca. Terbacanya nilai *output* dari termokopel tersebut tentunya membutuhkan sebuah peralatan elektronik digital terpadu yang dinamakan *Thermocouple Amplifier Digital* yang lebih dikenal

dikalangan teknik kelistrikan industri sebagai "*Digital Temperature Controller*". (Ir.F.Koesman Poerba,1983)

Dari adanya permasalahan tersebut saya menjadikan judul Tugas Akhir (TA) dengan membuat rancang bangun suatu alat bantu yaitu "Rancang Bangun Tungku Pengecoran Logam *Non Ferro* (Aluminium (Al) dan timah) Dengan Kapasitas 30 kg Dilengkapi Digital Temperatur Kontrol". Alat ini dilengkapi oleh Digital Temperatur Kontrol yang berfungsi sebagai pendeteksi sensor suhu yang akan dicapai. Alat ini dibuat efektif dan efisien dalam operasionalnya, serta produktif dalam meningkatkan pengecoran logam.

**METODE**





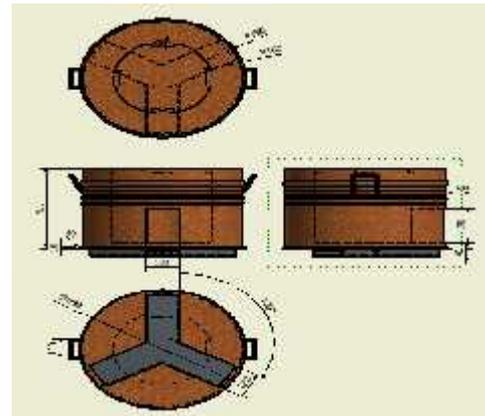
Gambar 1. Flow Chart Metode Perancangan

**Jenis-jenis Komponen**

Pada gambar rancangan komponen-komponen tungku terdapat beberapa ukuran agar dapat mempermudah dalam proses pembuatan tungku tersebut. Beberapa gambar komponen tungku yaitu :

o **Drum atau Tong Bekas**

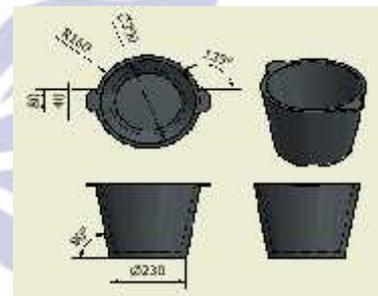
Drum atau tong bekas akan digunakan sebagai badan tungku yang akan dilapisi dengan campuran batu tahan api dan semen tahan api.



Gambar 2. Drum Atau Tong Bekas

o **Wadah Cor**

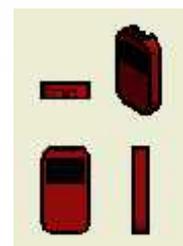
Tungku yang digunakan adalah tungku krusibel. Berbahan besi tebal. Dengan dimensi atas luar 32 cm, dalam 29 cm, bawah luar 23 cm, dalam 20 cm dan tinggi 26 cm. Dilapisi batu-bata, pasir, semen tahan api dan tanah liat tebal 11 cm. Dan menggunakan tong bekas dengan dimensi lebar 58 cm, tinggi 40 cm, yang dilengkapi penyangga tungku dibawahnya dan penyangga disamping tungku untuk mengangkat beban tungku yang akan digeser atau dipindahkan.



Gambar 3. Wadah Cor

o **Display Termokopel**

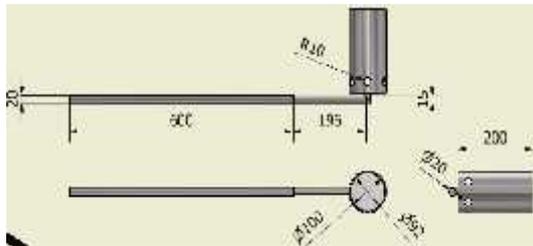
Display termokopel digunakan untuk mendeteksi temperatur yang akan dicapai. Termokopel yang digunakan adalah tipe K dengan panjang kabel 5 m dan merk *Krisbow* kw06-283 dengan temperatur ukuran mencapai 1200 °C.



Gambar 4. Display Termokopel

o **Burner**

*Burner* digunakan untuk menghasilkan api untuk memanaskan produk menggunakan bahan bakar gas asetilen, gas alam atau propana. *Burner* terbuat dari besi.



Gambar 5. Gambar Proyeksi *Burner*

o **Metode Rekayasa**

Penelitian metode rekayasa adalah penelitian yang menerapkan ilmu pengetahuan menjadi suatu rancangan guna mendapatkan kinerja sesuai dengan persyaratan yang ditentukan.

**Teknik Analisa Data**

Teknik analisa data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena analisa data inilah akan nampak manfaat terutama dalam memecahkan masalah penelitian dan mencapai tujuan akhir penelitian. Proses analisis data akan dilakukan setelah melalui proses klasifikasi pengelompokan dan pengategorian data ke dalam klas-klas yang telah di tentukan. Analisis data yang dilakukan adalah korelasi. Analisis data dapat dilakukan melalui tahap berikut ini (Suharsimi Antikunto, 1997):

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Awal**

Data awal Rancang Bangun Tungku Pengecoran Logam *Non ferro* (Aluminium (Al) dan Timah) Dengan Kapasitas 30 Kg Dilengkapi Digital Temperatur Kontrol ini didapatkan dari berbagai perhitungan. Data yang didapat sebagai berikut :

- o Perhitungan kapasitas tungku untuk logam aluminium 46,53 kg, sedangkan untuk logam timah 193.908 kg.
- o Proses produksi peleburan logam aluminium dengan menggunakan tungku peleburan dilengkapi Digital Temperatur Kontrol (termokopel) dalam 1 hari kerja mesin ini menghasilkan 4 kali produksi atau 186,12 kg. Sedangkan untuk proses produksi timah dalam 1 hari kerja mesin ini menghasilkan 8 kali produksi atau 1551.264 kg.
- o Perhitungan Kekuatan Rangka Tungku
  - Massa tungku krusibel = 23,25 kg

- Masa lapisan tanah liat = 178 kg
- Masa drum atau tong = 18 kg

**Perhitungan Mesin Pengecoran**

- o Perhitungan kapasitas Tungku  
Data awal alat Rancang Bangun Tungku pengecoran Logam ini didapatkan dari berbagai perhitungan. Adapun persamaan untuk mencari volume tungku sebagai berikut :

Volume tabung (tungku)

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots \dots \dots (1)$$

Menentukan massa (Kg)

$$m = \rho \cdot V \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- r = 17 cm
- tinggi = 26 cm

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume tungku} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \times 14,5^2 \times 26 \\ &= 17.164,81 \text{ cm}^3 \\ &= 17,16 \text{ Liter} \end{aligned}$$

Kapasitas Tungku maksimum untuk aluminium =

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \rho \times v \\ &= 2,712 \times 17,16 \\ &= 46,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kapasitas Tungku maksimum untuk timah

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \rho \times v \\ &= 11,3 \times 17,16 \\ &= 193.908 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Kapasitas Produksi**

Besarnya kapasitas produksi adalah berapa waktu proses pengecoran logam yang mampu menampung logam aluminium atau timah yang akan dicairkan pada proses pembakaran yang dihasilkan dalam 1 hari kerja. Adapun persamaan untuk menghitung besarnya kapasitas produksi adalah sebagai berikut :

$$Kp = \frac{n1}{n2} \times Ks \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- Kp = Kapasitas produksi
- Ks = 1 kali produksi

n1 = 1 hari kerja  
n2 = waktu peleburan

dalam 1 hari kerja mesin ini menghasilkan 8 kali produksi atau 1551.264 kg.

- o Proses produksi dalam peleburan logam aluminium 1 kali produksi atau 30 kg memakan waktu sebanyak 1 jam 30 menit.

2 jam = 120 menit  
120 menit = 1 kali produksi  
1 kali produksi = 46,53 kg

Maka kapasitas mesin untuk 1 hari kerja di peroleh:

8 jam = 480 menit

Jumlah produksi dalam 1 hari kerja =

$$\frac{480}{120} = 4 \text{ kali produksi}$$

4 kali produksi x 46,53 kg = 186,12 kg dalam 1 hari

Jadi dalam proses produksi peleburan logam aluminium dengan menggunakan mesin peleburan dilengkapi Digital Temperatur Kontrol (termokopel) dalam 1 hari kerja mesin ini menghasilkan 4 kali produksi atau 186,12 kg.

- o Proses produksi dalam peleburan logam timah 193,908 kg memakan waktu sebanyak 1 jam.

1 jam = 60 menit  
60 menit = 1 kali produksi  
1 kali produksi = 193,908 kg

Maka kapasitas mesin untuk 1 hari kerja di peroleh:

8 jam = 480 menit

Jumlah produksi dalam 1 hari kerja

$$= \frac{480}{60} = 8 \text{ kali produksi}$$

8 kali produksi x 193,908 kg = 1551.264 kg dalam 1 hari.

Jadi dalam proses produksi peleburan logam timah dengan menggunakan mesin peleburan dilengkapi Digital Temperatur Kontrol (termokopel)

### ) Perhitungan Komponen Rangka Tungku

- o Massa Tungku Krusibel (M)
  - = volume – volume kapasitas x
  - =  $\pi \cdot r^2 \cdot t - \pi \cdot r^2 \cdot t \times$
  - =  $3,14 \times 16 \times 16 \times 26 - 3,14 \times 14,5^2 \times$
  - $\times 26 \times$
  - =  $20899,84 \text{ cm}^3 - 17164,81 \text{ cm}^3 \times$
  - =  $3735,03 \text{ cm}^3 = 0,003 \text{ m}^3 \times 7750$
  - = 23,25 kg

- o Massa Lapisan Tanah Liat
  - =  $\pi \cdot r^2 \cdot t - \pi \cdot r^2 \cdot t$
  - =  $3,14 \times 27,5 \times 27,5 \times 40 - 3,14 \times 16 \times$
  - $16 \times 26$
  - =  $94.985 \text{ cm}^3 - 20.899 \text{ cm}^3$
  - =  $74,086 \text{ cm}^3 = 0,074 \text{ m}^3 = 178 \text{ kg}$

- o Massa Drum atau Tong
  - =  $\pi \cdot r^2 \cdot t - \pi \cdot r^2 \cdot t$
  - =  $3,14 \times 29 \times 29 \times 40 - 3,14 \times 28,5 \times$
  - $\times 28,5 \times 40$
  - =  $105629,6 \text{ cm}^3 - 102018,6 \text{ cm}^3$
  - =  $3611 \text{ cm}^3 = 0,003 \text{ m}^3 = 18 \text{ kg}$

### ) Perhitungan Rangka

Gaya-gaya yang bereaksi Rangka merupakan sebuah penopang utama di sebuah konstruksi dalam menahan pembebanan di tiap titik pembebanan. Sebuah konstruksi apabila dibebani oleh gaya dan dapat dikatakan dalam keadaan kesetimbangan statis apabila memenuhi 3 syarat berikut, yaitu :

- o Jumlah gaya horizontal sama dengan nol
- o Jumlah gaya vertikal sama dengan nol
- o Jumlah gaya sama dengan nol

Diketahui :

- o Total massa tungku (m)
  - = Massa Tungku Krusibel + Massa Lapisan Tanah Liat + Massa Drum atau Tong
  - =  $3,25 \text{ kg} + 178 \text{ kg} + 18 \text{ kg}$
  - = 219,25 kg
  - g = 9,81 m/s<sup>2</sup>

Jadi :

Total berat gravitasi benda (w) adalah

$$w = m \times g$$

$$= 219,25 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 2150,8 \text{ N}$$

- o Momen Tumbukan (p)

$$p = m.v \dots \dots \dots (4)$$

Diketahui :

- P = Momentum (kg.m/s)
- m = Massa benda (kg)
- v = Kecepatan benda (m/s)

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Momen Tumbukan}(p) &= m.v \\ &= 219,25 \text{ kg} \times 78,6 \text{ m/s} \\ &= 17233 \text{ kg.m/s} \\ &= 1723,3 \text{ N} \\ &= 172,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

Shear and moment diagram (pada rangka)

Gaya reaksi

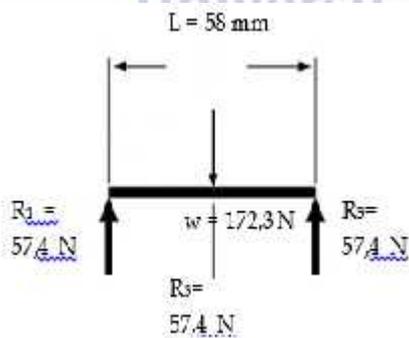
$$\begin{aligned} R &= V = F \\ R &= \frac{1723}{3} \\ R &= 57,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Shear force

$$\begin{aligned} R &= V \\ V &= 57,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Moment

$$\begin{aligned} M &= \frac{P \times L}{3} \\ M &= \frac{57,4 \text{ N} \times 58 \text{ mm}}{3} \\ M &= 1109,7 \text{ N. mm} \end{aligned}$$



Gambar 6. Momen Tumbukan

Analisa Hasil Perancangan

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan pada logam aluminium dan timah, tungku pengecoran logam non ferro (aluminium (Al) dan timah) dengan kapasitas 30 kg dilengkapi digital temperatur kontrol. Alat ini dapat menghasilkan pengecoran dengan temperatur logam aluminium 680 °C dan logam timah dengan temperatur 250 °C, alat ini juga dilengkapi digital temperatur kontrol (termokopel) sehingga dapat mengetahui temperatur yang tepat untuk meminimalisir cacat porositas.



Gambar 7. Logam Timah



Gambar 7. Logam Aluminium

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil perancangan tungku pengecoran logam dapat disimpulkan sebagai berikut:

- o Terciptanya rancang bangun tungku pengecoran logam *non ferro* (aluminium (Al) dan timah) dengan kapasitas 30 kg dilengkapi digital temperatur kontrol.
- o Rangka tungku berukuran dimensi atas luar 32 cm, dalam 29 cm, bawah luar 23 cm, dalam 20 cm dan tinggi 26 cm. Dilapisi batu-bata, pasir, semen tahan api dan tanah liat tebal 11 cm. Dan menggunakan tong bekas dengan dimensi lebar 58 cm, tinggi 40 cm, yang dilengkapi penyangga tungku dibawahnya dan penyangga disamping tungku untuk mengangkat beban tungku yang akan digeser atau dipindahkan.
- o Rangka gas dilengkapi roda penggerak untuk memudahkan menggeser gas, rangka terbuat dari besi siku dengan dimensi p x l x t = 30 cm x 60 cm dengan desain yang fleksibel dan mempunyai kekokohan yang kuat.
- o Display termokopel tipe K dengan panjang kabel

5 m dan merk *Krisbow* kw06-283 dengan temperatur mencapai 1200 °C.

- ) Untuk mengetahui hasil uji coba yang dilakukan pada logam aluminium dan timah, tungku pengecoran logam *non ferro* (aluminium (Al) dan timah) dengan kapasitas 30 kg dilengkapi digital temperatur kontrol (termokopel) dapat menghasilkan pengecoran dengan temperatur logam aluminium 680 °C dan logam timah dengan temperatur 250 °C dan juga alat ini juga dilengkapi digital temperatur kontrol (termokopel), sehingga dari alat ini bisa meminimalisir sekaligus mengetahui cacat porositas dengan temperatur yang diketahui.

### Saran

Perancangan alat tungku pengecoran logam masih jauh dari sempurna. Diperlukan pengkajian lebih dalam perancangannya sehingga mempunyai spesifikasi yang lebih baik dari segi kualitas bahan, sistem kerja mesin dan ekonomis. Beberapa saran yang dapat membangun mesin lebih sempurna yaitu :

- ) Pemilihan bahan dan rangka gas diperlukan kajian ulang sehingga lebih kuat dan lebih ekonomis. Selanjutnya perlu membuat rangka untuk memindah-mindahkan tungku guna meringankan beban tungku.
- ) Atur kecepatan waktu berapa yang dibutuhkan dalam proses pembakaran logam aluminium dan timah agar tidak terjadi keterlambatan pada saat menuangkan cairan kedalam cetakan.
- ) Perlu dilakukan pengujian berulang untuk mendapatkan temperatur yang akan dicapai, sehingga bisa menghasilkan coran yang lebih maksimal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ir.F.Koesman Poerba, 1983, *Heat Transfer* (Perpindahan Panas). Bandung: Armico.
- Suharsimi Arikunto, 1998. *Prosedur Penelitian Ilmiah*, Edisi Revisi IV, Jakarta.
- Sularso, dan Kiyokatsyusuga. 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Surdia, T., Chijiwa, K., 2000, *Teknik Pengecoran Logam*, Cetakan Ke-8, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Van Vlack, Lawrence, Holman, J.P, 1995, *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Alih Bahasa: Sriati Djapri, Edisi V Erlangga, Jakarta.
- Wardaya. 2002. *Pengujian Bahan*. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.