

# **ANALISA PERANCANGAN TUNGKU PENGECORAN LOGAM ALUMINIUM MENGUNAKAN BAHAN BAKAR OLI BEKAS, KAYU DAN GAS ALAM GUNA MENEKAN BIAYA ENERGI DAN PEMPERCEPAT PROSES PRODUKSI ALUMINIUM BATANGAN**

**Agung Prasetyo**

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

[Agungprasetyo96@gmail.com](mailto:Agungprasetyo96@gmail.com)

## **ABSTRACT**

*CV Mandiri Jaya Logam is a home industry which is engaged in metal casting which produces aluminum bars. The use of wood raw materials that is less effective and efficient for burning based on the use of wood is very large for the production process, the costs used to purchase fuel are relatively expensive, the combustion system that produces high pollution. This type of furnace (crucible) using koi as a liquid aluminum container only has a resistance of 3 months and must be replaced. The refractory made of bricks prepared by the koi has cracks so it needs maintenance every week, as a result of the heat and air pressure of the gasbull not being able to be properly dampened by the bricks. natural gas and analyze the calculation of the cost of production. The results of the stove design analysis of used fuel oil, wood, natural gas found that the stove design with natural gas fuel has good capability and durability, so that when the cost of production of natural gas fuel is analyzed, it has an economical cost for the manufacture of aluminum bar products at a price of Rp. 16,947 / kg.*

*Keywords: Design, Refractory, Melting Furnace, Cost of Production*

## **PENDAHULUAN**

Pengaruh perkembangan industri terhadap proses manufaktur menghasilkan banyak penggabungan analisis design, material, proses, tenaga kerja dan energi yang mengarah pada hasil dan pertimbangan produk-produk komersil yang berbasis Eco Enggenering. Pengecoran (Casting) adalah proses manufaktur untuk menghasilkan produk dengan cara menuangkan logam cair kedalam cetakan. Pencairan logam dilakukan dengan menggunakan tungku peleburan. Tungku peleburan pada umumnya merupakan alat pengontrol panas mulai dari suhu ratusan hingga ribuan derajat untuk merubah logam padat menjadi cair. Sumber panas yang digunakan untuk peleburan merupakan faktor penting dalam menentukan jenis tungku dan material pada proses peleburan. Ketersediaan energi pada area industri akan sangat berpengaruh besar dalam pemilihan energi untuk proses pembakaran.

CV Mandiri Jaya Logam merupakan home industry yang bergerak dalam bidang pengecoran logam yang memproduksi berupa aluminium batangan. Lokasi industri terletak Desa Sumur Welut Dusun Pesapen IV, Kecamatan Lakarsantri, Kota Surabaya.. Industri perseorangan skala UKM (usaha kecil menengah) memiliki 3 orang perkerja dengan hari kerja senin sampai sabtu dan jam kerja 8 jam / hari. Kapasitas pengecoran logam aluminium batangan yang dihasilkan UKM sebanyak 350 – 450 kg dengan berat aluminium 4 kg/

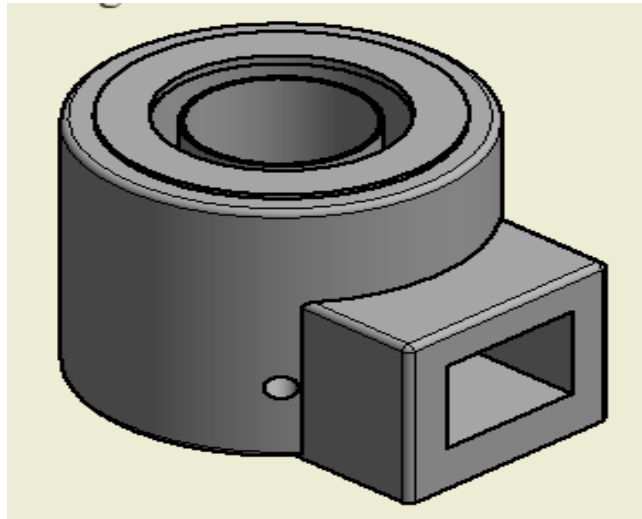
batang. Proses produksi alumunium batangan menggunakan 2 tungku dengan tipe tungku mangkok (crusible) dengan ciri khas terdapat koi yang mampu menampung 85 kg logam cair. Bahan bakar yang digunakan untuk proses peleburan adalah kayu. Bahan bakar kayu yang dibeli sebanyak 1 pick-up dengan harga Rp 300.00,00 berguna untuk 3 hari proses pembakaran untuk 1 tungku. Waktu proses peleburan logam membutuhkan 120-150 menit setiap kali proses. Bahan baku yang di lebur adalah alumunium bekas seperti wajan, Kampas, gram, elemen setrika dll, hasil peleburan 7 kg alumunium bekas rata –rata menghasilkan 4 kg alumunium batangan. UKM ini memiliki permintaan 3000 kg / minggu yang akan di kirim ke industri di Sidoarjo.

Hasil penelitian UKM ini memiliki beberapa permasalahan yaitu, penggunaan bahan baku kayu yang kurang efektif dan efisien untuk pembaruan dikarenakan jumlah penggunaan kayu sangat besar untuk proses produksi, biaya yang digunakan untuk pembelian bahan bakar relatif mahal, pembakaran menghasilkan polusi tinggi. Tungku bertipe ( crusible ) menggunakan koi sebagai wadah alumunium cair hanya memiliki ketahanan 3 bulan dan harus dilakukan penggantian. Refraktori yang terbuat dari batu bata yang disusun mengelilingi koi mengalami keretakan sehingga diperlukan perawatan setiap minggu, hal ini di akibatkan dari panas dan tekanan udara gasbull tidak mampu diredam dengan baik oleh batu bata. Design tungku memiliki 2 pintu yaitu sebagai tempat masuknya bahan baku yang memiliki celah untuk masuknya udara untuk pembakaran dan tempat masuknya bahan bakar kayu dan gasbull. Suhu udara ruangan yang cukup panas melebihi 39 °C hal ini diakibatkan design tungku tersebut kurang efektif yang menyebabkan banyak api yang terbuang dari pintu –pintu yang didesign lebar sehingga kebutuhan bahan bakar dan waktu peleburan cukup lama.

Hasil penelitian pada CV Mandiri Jaya Logam dengan uraian kendala diatas dihasilkan usulan perbaikan sebagai berikut :

1. Bahan bakar peleburan yang semula kayu diganti menggunakan oli bekas. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi biaya penggunaan bahan bakar dan penggunaan oli bekas mampu mempercepat proses produksi yang semula 120 - 150 menit menjadi 70 - 90 menit .
2. Redesign tungku peleburan dimana refraktori yang semula menggunakan koi dirubah menggunakan wadah yang terbuat dari batu tahan api dengan kapasitas yang semula koi hanya mampu menampung maksimal 85 kg menjadi 160 kg - 200 kg setiap kali peleburan hal ini dimaksudkan menunjang efisiensi penggunaan bahan bakar dan meningkatkan kapasitas produksi. Penggunaan material batu tahan api sebagai refraktori menggantikan koi menjadikan refraktori lebih memiliki keandalan terhadap panas sehingga umur pemakaian lebih lama dan biaya penggantian dan perawatan koi saat ini 1,3 juta setiap 3 bulan tidak diperlukan lagi. Pembaruan dalam segi kapasitas dan keandalan terhadap tungku peleburan dapat menurunkan harga pokok produksi.

Berikut adalah spesifikasi penggunaan tungku untuk proses peleburan :



Gambar 1. Tungku bahan bakar kayu

Tabel 1. Tabel Keterangan Design Tungku

<b>Keterangan</b>	Tungku
<b>Kapasitas</b>	80 kg
<b>Bahan bakar</b>	Kayu
<b>Gasbull</b>	Blower keong
<b>Penggunaan bahan bakar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Mobil pick up / 3 hari</li> <li>- Harga Kayu 1 pick up Rp300.000,00</li> </ul>
<b>Waktu proses</b>	120-150 menit
<b>Perawatan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggantian Koi 3 bulan sekali Rp 1.275.000,-</li> <li>- Perbaikan refraktori setiap 1 minggu. Rp 20.0000</li> </ul>
<b>Kekurangan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polusi</li> <li>- Energi banyak terbuang.</li> <li>- Suhu ruangan tinggi.</li> <li>- Diperlukanya tempat yang luas untuk persediaan bahan bakar.</li> </ul>
<b>Kelebihan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Slag peleburan sedikit.</li> <li>- Penyusutan material lebih sedikit</li> </ul>

Data diatas dihasilkan rancangan utama untuk meredesain tungku peleburan baru dan membuat layout kerja baru, hal ini bertujuan untuk mempermudah pekerja dalam melakukan proses peleburan sehingga didapatkan efektifitas waktu dan juga tenaga yang digunakan. Berdasarkan rumusan permasalahan di atas didapatkan tujuan penelitian yang ingin dicapai sebagai berikut : Merancang tungku peleburan menggunakan bahan bakar oli bekas, kayu dan gas alam. Menghitung Harga Pokok Produksi dari masing- masing perancangan tungku peleburan baik dengan menggunakan oli bekas, kayu dan gas alam. Melakukan perbandingan mengenai hasil perhitungan analisa perancangan hingga penerapan perhitungan harga pokok

produksi untuk mengetahui keunggulan dan kekurangan serta keuntungan untuk masing-masing tungku peleburan.

Manfaat penelitian Memberikan usulan alat bantu pada proses peleburan logam dengan tungku baru untuk mengurangi biaya perawatan, mempercepat waktu proses produksi untuk meningkatnya kapasitas produksi yang berdampak pada meningkatnya pendapatan, memberikan rancangan ruang kerja yang nyaman dan ergonomi.

## **MATERI DAN METODE**

### **Pengertian Perancangan**

Perancangan merupakan suatu cara dalam menganalisa, menilai, memperbaiki dan menyusun sistem, baik secara fisik maupun non fisik untuk mencapai tingkat maksimum pada waktu tertentu menggunakan data informasi saat ini. Salah satu metode teknik yaitu melakukan perancangan alat, oleh karena itu tahapan untuk pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik-teknik yang telah berkembang. ( Merris Asimov) Menerangkan bahwa perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju kearah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban kita.

### **Desain Produk**

Kata Nugraha (1989) dalam Laksana (2014). Desain produknya merupakan bidang ilmu yang terkadang terintegrasi dengan setiap aspek kehidupan manusia. Dalam menjembatani estetika dan teknologi dengan memadukan unsur imajinasi dan arahan untuk mencapai solusi dalam menyelesaikan kendala-kendala yang dihadapi oleh pelaku industri. Setiap elemen bersifat dinamis dan evolusinya memiliki pola tertentu. Ruang lingkup desain produk hampir tidak terbatas dan mencakup semua aspek yang mungkin dapat diselesaikan oleh profesi / kemampuan ini. Namun jika mengacu pada ekspansi internasional, terdapat disiplin ilmu yang secara jelas terdiri dari desain produk, desain grafis, dan desain interior. Area desain yang terdaftar adalah yang berada di bidang seni. Berdasarkan pembagian bidang desain, desain produk merupakan salah satu bidang desain yang ada.

### **Harga pokok produksi**

Biaya produksi adalah proses menentukan harga jual suatu produk dan mengetahui kebutuhan bisnis. Biaya bahan baku juga berperan dalam pembuatan barang jadi. Perhitungan biaya produksi digunakan untuk membuat keputusan bisnis saat menerima atau menolak pesanan, membeli bahan baku yang dibutuhkannya, keuntungan atau kerugian yang diterima bisnis setelah dikurangi biaya lainnya. Oleh karena itu perlu diperhatikan ketelitian dan keakuratan perhitungan harga pokok produksi, karena jika terjadi kesalahan dalam penghitungan maka akan merugikan perusahaan.

Informasi mengenai Harga Pokok Produksi menjadi dasar bagi manajemen dalam pengambilan keputusan harga jual produk yang bersangkutan. Oleh sebab itu, biaya- biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk memproduksi suatu barang jadi dapat diperhitungkan untuk menentukan harga jual yang tepat. Harga Pokok Produksi menurut, Winwin dan Ilham (2008) harga pokok produksi yaitu biaya barang yang telah diselesaikan selama satu periode. Haryono (2005), menyatakan bahwa harga pokok produksi adalah biaya untuk

menghasilkan produk pada perusahaan manufaktur, Hansen dan Mowen (2004:48) harga pokok produksi, adalah mewakili jumlah biaya barang yang diselesaikan pada periode tertentu.

Adapun tujuan penentuan harga pokok produksi menurut Lambajang (2013:2) adalah :

1. Sebagai dasar dalam penetapan harga jual.
2. Sebagai alat untuk menilai efisiensi proses produksi.
3. Sebagai alat untuk memantau realisasi biaya produksi.
4. Untuk menentukan laba atau rugi periodik.
5. Menilai dan menentukan harga pokok persediaan.

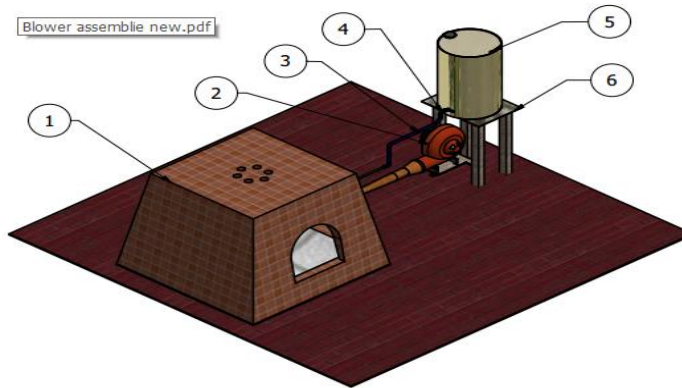
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengambilan data penelitian akan dilakukan pengumpulan data sesuai proses yang ada di CV Mandiri Jaya Logam . Data yang diambil dari proses persiapan material hingga produk jadi pada sebagai berikut.

Data Produksi	Keterangan
Produk	: Alumunium Batangan
Berat Produk	: 4kg
Permintaan	: 3000 kg / Minggu
Jumlah Tungku	: 2 Tungku
Jumlah Pekerja	: 3 orang
Jam Kerja	: 10 jam / hari
Jumlah Cetakan	: 26 unit

### Desain dan Perancangan Alat Tungku Bahan Bakar Oli Bekas

Tungku peleburan berbahan oli bekas adalah alat untuk peleburan alumunium menggunakan proses pengkabutan oli bekas melauli udara bertekanan menggunakan blower. Tahap awal proses pelebuburan dimulai dengan membuat nyala api kecil dari limbah organik atau non organik yang kering. Selanjutnya Oli yang berada didrum dialirkan melalui kran untuk mengatur debit oli yang keluar menuju pipa oli dan dihubungkan di saluran udara. Blower dinyakalan dengan kecepatan sedang untuk mengatur nyala api mula-mula sehingga oli bisa dikabutkan dan menghasilkan nyala api stabil. Langkah selanjutnya bisa dilakukan pengaturan mengenai debit oli yang keluar disesuaikan dengan udara dari blower sehingga menghasilkan nyala api sesuai kebutuhan proses peleburan. Tabung oli terbuat dari seng dengan kapasitas 30liter oli. Kran pegtur debit oli juga sebagai pengtur nyala api yang digunakan untuk proses peleburan. Rangka penyanggan drum oli dan blower terbuat dari besi siku 3mm x 40mm x40mm. Refraktori adalah ruang pembakaran alumunium yang memiliki design tungku peleburan terbuat dari batu bata merah dan semen tahan api dengan dimensi panjang 110cm, lebar 110 dan tinggi 80cm serta terdapat crusible yang terbuat dari bata merah yang dibentuk seperti mangkok dengan kapasitas 300kg alumunium. Proses peleburan memerlukan waktu 60 menit – 80 menit dengan menggunakan oli bekas 50liter-60liter.



Bill Of Material			
ITEM	QTY	Nama	Keterangan
1	1	Tungku Peleburan	Refraktori Batu Bata Merah
2	1	Udara Bertekanan	Blower Keong 3inchi
3	1	Saluran Oli	Pipa sch40 3/4inchi
4	1	Pengaturan Debit Oli	Kran 3/4 ichi
5	1	Tangki Bahan Bakar	Drum Oli 30liter
6	1	Rangka Penyangga	Besi Siku 3x30x30mm

Gambar 2. Design Tungku Bahan bakar oli bekas

Perancangan alat tungku peleburan berbahan bakar oli bekas memiliki beberapa komponen dan spesifikasi terdiri dari :

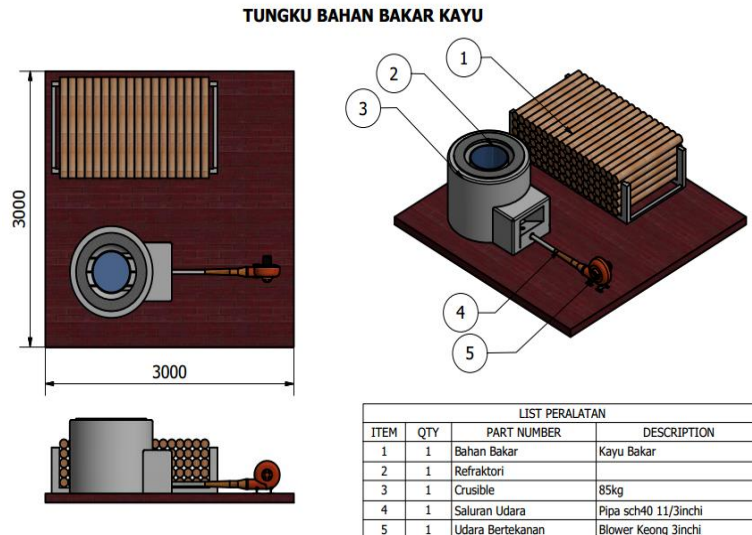
Tabel 2. Spesifikasi dan ketahanan Material

No	Komponen	Jumlah (Unit)	Material	Ketahanan (tahun)
1	Refraktori	180	Batu bata merah	5
		1	Semen 50kg	5
		1	Crusible	5
2	Papa Saluran Oli	1	Pipa Besi 3/4 inchi	6
3	Drum Oli	1	Drum	5
		1	Kran 3/4 inchi	5
4	Udara Bertekanan	1	Blower Keong 3 inchi	3
		2	Pipa Besi 1,1/2inchi x 1m	5

### Design dan Perancangan Alat Tungku Bahan Bakar Kayu

Tungku peleburan berbahan bakar kayu untuk proses produksi aluminium batangan merupakan tungku dengan tipe tungku mangkok (crusible) dengan ciri khas terdapat koi yang mampu menampung 85 kg logam cair dan refraktori sebagai tempat pembakaran. Bahan bakar yang digunakan untuk proses peleburan adalah kayu. Bahan bakar kayu yang dibeli sebanyak

1 pick-up dengan harga Rp 300.00,00 berguna untuk 3 hari proses pembakaran untuk 1 tungku. Waktu proses peleburan logam membutuhkan 110-150 menit setiap kali proses. Bahan baku yang di lebur adalah aluminium bekas seperti wajan, Kampas, gram, elemen setrika dll, hasil peleburan 7 kg aluminium bekas rata –rata menghasilkan 4 kg aluminium batangan.



*Gambar 3. Design Tungku Bahan bakar Kayu*

Perancangan alat tungku peleburan berbahan bakar kayu memiliki beberapa komponen dan spesifikasi terdiri dari :

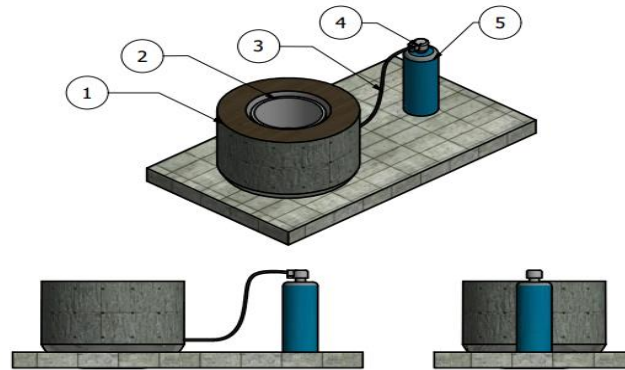
*Tabel 3. Spesifikasi dan Ketahanan Material*

No	Komponen	Material	Ketahanan (tahun)
1	Refraktori	Bata Ringan	3
		Semen 50 kg	3
		Besi Seng	4
		Besi Rangka 0,8x50x50cm	3
		Besi Plate 5mm	3
2	Kowi	Crusible 85kg	0,25
3	Udara Bertekanan	Blower Keong	4
		Pipa Besi 1,1/2inchi x1m	5
		Rata -Rata	3,16

Hasil rata – rata komponen penyusun tungku dihasilkan ketahanan material hingga 3 tahun, hal ini menjadi pedoman mengenai umur pakai tungku dan petunjuk mengenai komponen mana yang akan dilakukan perawatan agar mencapai umur rata-rata pemakaian.

## Rancangan Alat Tungku Bahan Bakar Gas Alam

Tungku peleburan bahan bakar gas alam merupakan tungku bertipe crucible dengan refraktori yang terbuat dari material tahan api. Perancangan tungku ini hampir sama dengan tungku bahan bakar kayu. Perbedaan tungku bahan bakar gas alam dengan bahan bakar kayu terletak pada material pembuatan refraktori. Proses peleburan menggunakan bahan bakar gas alam menggunakan tungku ini memiliki waktu proses 20 – 40 menit. Dengan kapasitas peleburan 150kg. Bahan Bakar gas alam memiliki harga Rp 3016,-/m<sup>3</sup>



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Tungku Peleburan	Refraktori Tahan Api
2	1	Mangkok Peleburan	150kg
3	1	Saluran bahan bakar	Pipa Sch80 3/4inci
4	1	Pengatur Bahan Bakar	Regulator gas
5	1	Tabung Gas	

Gambar 4. Design Tungku Bahan bakar gas alam

Perancangan alat tungku peleburan berbahan gas alam memiliki beberapa komponen dan spesifikasi terdiri dari :

Tabel 4. Spesifikasi dan Ketahanan Material

No	Komponen	Jumlah (Unit)	Material	Ketahanan (tahun)
1	Refraktori	70	Bata Tahan Api	6
		2	Semen tahan apik 50 kg	6
		1	Besi Seng	6
		1	Besi Rangka 0,8x50x50cm	6
		1	Besi Plate 5mm	6
2	Kowi	1	Crucible 150 kg	0,25
3	Gas Bertekanan	1	Blower Keong	5
		1	Instalasi Pipa Gas	6
		2	Pipa Besi 1,1/2inchi x 1m	5
				5,14



## Analisis hasil perancangan tungku Peleburan

Tabel 5 .Analisis hasil perancangan tungku peleburan

Keterangan	Perancangan Tungku Peleburan			
	Bahan Bakar Oli Bekas	Bahan Bakar Kayu	Bahan Bakar Gas Bumi	Bahan Bakar LPG
Kapasitas	300kg	80kg	300kg	300kg
Harga Mesin	Rp1.451.000	Rp2.640.000	Rp7.399.000	Rp7.399.000
Biaya Pembuatan	Rp370.000	Rp220.000	Rp3.200.000	Rp3.200.000
Umur Mesin	5	3	5	5
Biaya Perawatan/thn	Rp180.000	Rp4.560.000	Rp4.460.000	Rp4.460.000
Waktu Proses	83	120	30	150

## Analiss Harga Pokok Produksi Alumunium Batangan

Tabel 6 .Analisis harga pokok produksi alumunium batangan

Keterangan	Harga pokok Produksi Alumunium Batangan			
	Tungku Bahan Bakar Oli Bekas	Tungku Bahan Bakar Kayu	Tungku Bahan Bakar Gas Alam	Tungku Bahan Bakar LPG
Bahan Baku	Rp16.049	Rp16.585	Rp15.548	Rp15.548
Pemesinan	Rp13	Rp77	Rp14	Rp14
Tanaga Kerja	Rp437	Rp447	Rp452	Rp452
Overhead	Rp668	Rp985	Rp934	Rp2.264
<b>Hpp</b>	<b>Rp17.166</b>	<b>Rp18.093</b>	<b>Rp16.947</b>	<b>Rp18.278</b>

Hasil perbandingan analisa perancangan tungku peleburan dengan membandingkan perhitungan harga pokok produksi untuk pembuatan produk alumunium batangan dihasilkan urutan biaya produksi terendah sampai biaya produksi terendah hingga biaya produksi tertinggi :

*Tabel 7. Urutan Biaya Produksi dari yang terendah*

Urutan biaya produksi alumunium batangan		Biaya
<b>1</b>	<b>Tungku Bahan Bakar Gas Alam</b>	Rp16.947
<b>2</b>	<b>Tungku Bahan Bakar Oli Bekas</b>	Rp17.166
<b>3</b>	<b>Tungku Bahan Bakar Kayu</b>	Rp18.093
<b>4</b>	<b>Tungku Bahan Bakar LPG</b>	Rp18.278

Dengan kapasitas permintaan 3000 kg /minggu dan harga jual alumunium batangan adalah Rp 23.000,- /kg akan dihasilkan keunungn dari penggunaan tungku sebagai berikut :

*Tabel 8.Keuntungan Biaya produksi*

Urutan biaya Produksi Alumunium Batangan	HPP	Harga Jual	Permitaan / minggu	Keuntungan / minggu	Keuntungan / bulan
<b>1</b> <b>Tungku Bahan Bakar Gas Alam</b>	Rp16.947	Rp23.000	3000	Rp18.157.921	Rp72.631.683
<b>2</b> <b>Tungku Bahan Bakar Oli Bekas</b>	Rp17.166	Rp23.000	3000	Rp17.500.590	Rp70.002.358
<b>3</b> <b>Tungku Bahan Bakar Kayu</b>	Rp18.093	Rp23.000	3000	Rp14.719.593	Rp58.878.372
<b>4</b> <b>Tungku Bahan Bakar LPG</b>	Rp18.278	Rp23.000	3000	Rp14.166.041	Rp56.664.163

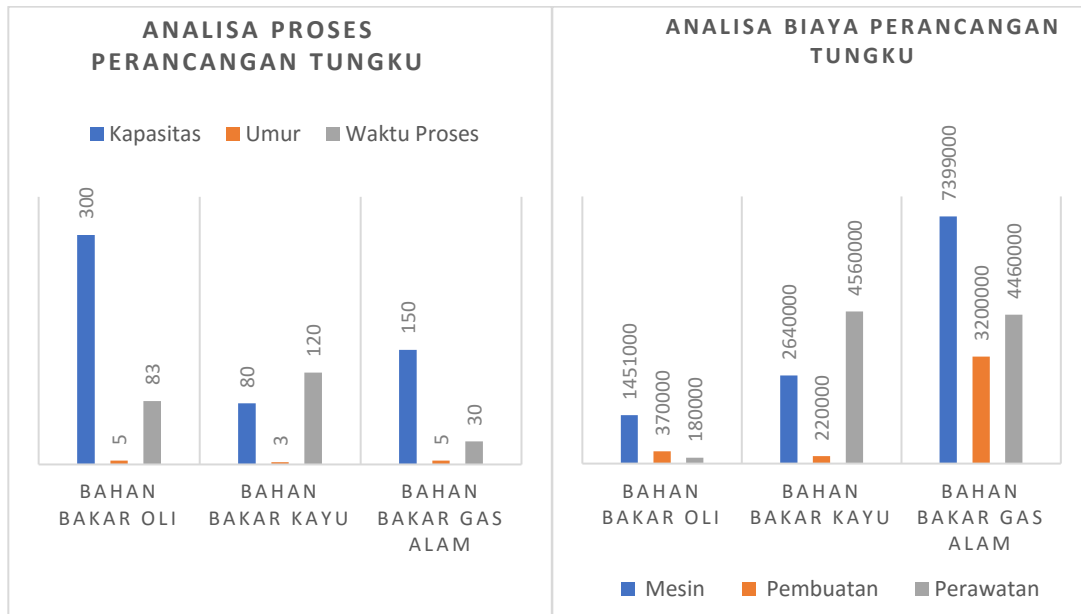
## KESIMPULAN

Analisa perancangan tungku peleburan didasarkan dari jenis penggunaan bahan bakar untuk proses pembuatan alumunium batangan. Hasil perancangan tungku dadapatkan hasil sebagai berikut:

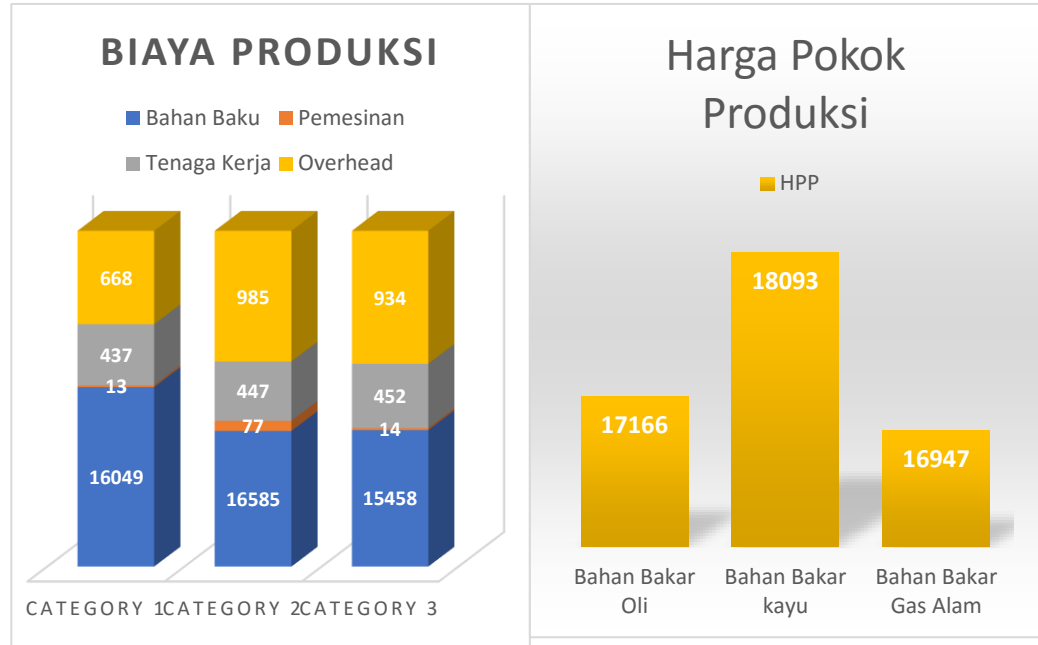
- Analisa perancangan tungku bahan bakar oli bekas, kayu, gas alam didapatkan hasil perancangan tungku bahan bakar oli bekas memiliki keunggulan dalam proses produksi dan ketahanan tungku yang lama, serta biaya perancangan tungku lebih murah di bandingkan tungku bahan bakar kayu dan tungku bahan bakar gas alam, hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan perancangan tungku sebagai berikut :



Gambar 5. Design Tungku Bahan Bakar Oli bekas  
Gambar 5. 1 Hasil Perancangan Tungku



2. Perhitungan harga pokok produksi pembuatan tungku bahan bakar oli bekas, kayu dan gas alam dihasilkan tungku dengan bahan bakar gas alam memiliki harga pokok produksi terendah untuk pembuatan produk alumunium batangan dengan harga Rp 16.947.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, A. (2018, Juli). Perencanaan kapasitas produksi dengan pendekatan biaya marjinal pada pabrik tahu “sbr” bengkulu. *Creative research management journal-crmj*, 1(1), 21-32.
- Heizer, J., & Render, B. (2010). *Operation Management* (9 ed.). (C. Sungkono, Trans.) Jakarta: Salemba Empat.
- Palgunandi, Bram, (2010) *Disain Produk 2 : Analisi dan Konsep Disain* , Edisi Kedua, Bandung: ITB
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2000 *Evaluasi Ergonomi Dalam Proses Perancangan Produk*, proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2000, PT. Gunawidya, Surabaya.
- Widodo, I., D. 2003. *Perencanaan Dan Pengembangan Produk*, Yogyakarta : UII Press
- Ginting, Rosnani. 2010. *Perancangan Produk*. Penerbit Graha Ilmu. Jakarta