

# PEMANFAATAN OLI BEKAS PADA PERANCANGAN TUNGKU PELEBURAN GUNA MEMINIMALKAN HARGA POKOK PRODUKSI ALUMINIUM BATANGAN

**Putu Eka Dewi Karunia Wati<sup>1)</sup>, Hery Murnawan<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru No. 45 Surabaya

e-mail: [putu\\_ekadkw@untag-sby.ac.id](mailto:putu_ekadkw@untag-sby.ac.id)<sup>1)</sup>, [herymurnawan@untag-sby.ac.id](mailto:herymurnawan@untag-sby.ac.id)<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*CV. Cahaya Mulia merupakan sebuah UKM yang memproduksi aluminium batangan dan beberapa produk aluminium cetakan. Produk aluminium batangan merupakan salah satu produk yang memiliki permintaan yang tinggi. Permintaan aluminium batangan mencapai 3000 kg/minggu dengan harga pokok produksi sebesar Rp. 18.000/kg. Peleburan logam aluminium merupakan salah satu proses yang dilakukan di UKM ini. Peleburan aluminium saat ini menggunakan bahan bakar kayu dengan refraktori menggunakan koi. Koi yang digunakan harus diganti setiap 3 bulan dan harga kayu bakar yang cukup mahal membuat harga pokok produksi menjadi tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini merancang tungku peleburan dengan bahan bakar oli bekas. Tungku peleburan hasil rancangan sudah tidak menggunakan koi dan memanfaatkan oli bekas menjadi bahan bakar peleburan. Penggunaan oli bekas ini dapat menekan biaya bahan baku dan biaya pemesinan sehingga harga pokok produksi dapat turun menjadi Rp. 17.166/kg. Penurunan harga pokok produksi tersebut dapat mampu meningkatkan keuntungan UKM sebanyak Rp. 2.800.000/minggu.*

**Kata Kunci:** Aluminium Batangan, Harga Pokok Produksi, Tungku Peleburan

## ABSTRACT

*CV. Cahaya Mulia is an SMEs that produces aluminum bars and several aluminum molded products. Aluminum bars are one of the products that have a high demand. Demand for aluminum bars reaches 3000 kg/week with a cost of production of Rp. 18.000/kg. Aluminum metal smelting is one of the processes in this UKM. Aluminum smelters currently use wood and koi fuel in refractories. The koi used in the smelting furnace had to be replaced every 3 months and the high price of firewood made the cost of production high. Based on these problems, this study designed a smelting furnace with used fuel oil. The designed smelting furnace no longer uses koi and uses used oil as fuel. The use of used oil as fuel can reduce the raw materials cost and machining costs so that the cost of production can decrease to Rp. 17.166/kg. The decrease in the cost of production can increase the profit of SMEs by Rp. 2,800,000/week.*

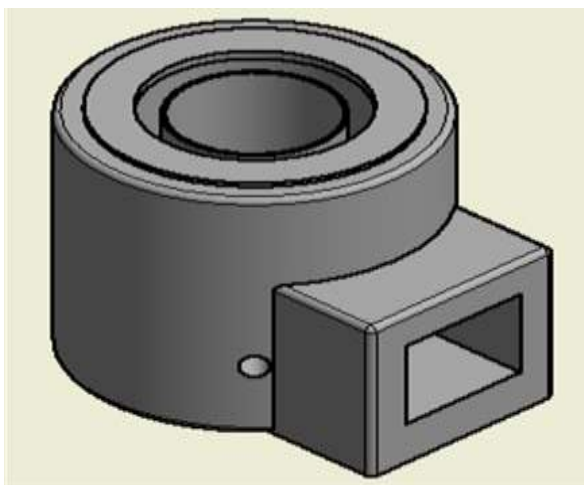
**Keywords:** Aluminum Bar, Cost of Production, Smelting Furnace

## I. PENDAHULUAN

CV. Cahaya Mulia merupakan sebuah UKM yang memproduksi aluminium batangan dan beberapa produk aluminium cetakan seperti baling-baling perahu, baut kupingan, bantalan pisau untuk mesin pemotong kentang, dan masih banyak lagi. Produk aluminium batangan merupakan salah satu produk yang memiliki permintaan yang tinggi. Permintaan aluminium batangan mencapai 3000 kg/minggu. Harga pokok produksi dari aluminium batangan adalah sebesar Rp. 18.000,00/ kg dan akan dijual dengan harga Rp. 23.000,00/ kg. Berdasarkan harga jual tersebut, UKM ini mampu mendapatkan keuntungan rata-rata sebesar Rp14.700.000,00/minggu untuk penjualan aluminium batangan.

Seluruh produk yang dihasilkan oleh UKM ini melalui proses pengecoran (*casting*) dimana bahan baku aluminium akan dipanaskan di dalam tungku peleburan pada suhu tertentu kemudian logam cair yang panas akan dimasukkan ke dalam cetakan yang telah disediakan. Tungku peleburan dan sumber panas yang digunakan pada proses peleburan akan berpengaruh terhadap kecepatan proses peleburan dan kualitas dari aluminium. Saat ini UKM ini menggunakan kayu sebagai bahan bakar untuk memanaskan tungku peleburan. Penggunaan kayu menjadi bahan bakar membuat biaya produksi menjadi relatif tinggi dikarenakan kayu bakar yang sulit dicari membuat harga kayu bakar menjadi mahal. UKM ini mengeluarkan uang sebesar Rp. 300.000,00 per hari untuk membeli kayu bakar sebagai bahan bakar untuk peleburan aluminium. Selain harga kayu bakar yang mahal, ada beberapa hal lain yang menjadi pertimbangan untuk mengganti bahan bakar yang digunakan pada proses peleburan logam yaitu kayu membutuhkan ruang yang cukup luas sebagai tempat penyimpanan. Sehingga terkadang kayu yang ditempatkan di luar ruangan akan lembab apabila cuaca dingin dan menjadi sulit terbakar.

Tungku peleburan yang saat ini digunakan oleh CV Cahaya Mulia juga menjadi salah satu faktor yang membuat biaya produksi tinggi. Tungku peleburan logam aluminium yang digunakan saat ini menggunakan koi sebagai wadah aluminium cair. Koi tersebut hanya dapat digunakan dalam waktu 3 bulan dan harus segera diganti karena akan mempengaruhi aluminium cair yang dipanaskan. Penggantian koi ini mengeluarkan biaya sebanyak Rp. 1.500.000,00. Keretakan pada refraktori sering terjadi karena refraktori terbuat dari batu bata untuk mengelilingi koi, dimana batu bata tersebut tidak mampu menahan panas dari tungku peleburan. Perbaikan refraktori akibat adanya keretakan dilakukan setiap minggu dan membutuhkan biaya sebesar Rp. 100.000,00. Proses peleburan dengan menggunakan koi menimbulkan panas dibagian luar lebih dari 390 C, hal ini diakibatkan design tungku yang lebar kurang efektif yang menyebabkan api menyebar ke berbagai titik sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk melebur aluminium yaitu kurang lebih sekitar 120-150 menit.



Gambar 1. Tungku peleburan aluminium

Perbaikan refraktori akibat adanya keretakan dilakukan setiap minggu dan membutuhkan biaya sebesar RP. 100.000,00. Proses peleburan dengan menggunakan koi menimbulkan panas dibagian luar lebih dari 390 C, hal ini diakibatkan design tungku yang lebar kurang efektif yang menyebabkan api menyebar ke berbagai titik sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk melebur aluminium yaitu kurang lebih sekitar 120-150 menit.

Beberapa penelitian sebelumnya juga telah merancang tungku peleburan logam aluminium antara lain penelitian yang dilakukan oleh Adi, Raharjo, & Surojo (2014) yang menggunakan tahanan listrik sebagai salah satu alternatif peleburan. Penelitian ini hanya memiliki kapasitas 2 kg saja sehingga untuk skala produksi tinggi akan mengeluarkan biaya listrik yang tinggi. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Irvan & Suryadi, (2017) yang membuat tungku peleburan berbahan dasar gas untuk industri. Akan tetapi kapasitas maksimum hanya 10 kg dan membutuhkan biaya bahan bakar yang tinggi jika menggunakan gas elpiji. Prasetyo, A (2021) melakukan penelitian dengan membandingkan ketiga bahan bakar yaitu oli bekas, kayu, dan gas alam. Berdasarkan hasil tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk melakukan perancangan tungku peleburan.

Berdasarkan kendala yang dihadapi oleh UKM tersebut, maka dilakukan perancangan tungku peleburan aluminium guna mengurangi harga pokok produksi sehingga nantinya keuntungan UKM juga akan semakin meningkat. Alternatif bahan bakar yang dipilih yaitu dengan menggunakan oli bekas karena oli bekas lebih mudah untuk diperoleh serta harga yang relatif murah dibandingkan dengan kayu bakar. Penelitian ini menggunakan beberapa asumsi yaitu selama penelitian ini, harga bahan baku maupun biaya lainnya tidak mengalami perubahan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### *A. Definisi Perancangan dan Pengembangan Produk*

Menurut Jamnia, A (2018), sebuah produk dimulai dengan sebuah ide, dan melalui upaya rekayasa, konsep mental ini berubah menjadi kenyataan fisik. Produk merupakan output yang dihasilkan dari proses produksi yang mempunyai nilai jual atau nilai tambah dan memiliki kemanfaatan untuk penggunaannya. Disamping itu produk yaitu sebuah barang atau benda yang dihasilkan dari karya teknik. Mulai dari tahap perencanaan, tahap pembuatan serta hal ini yang berkaitan dengan keteknikan. Hal ini bertujuan supaya bisa menjalankan salah satu fungsinya di dunia yaitu meringankan segala sesuatu dari semua kegiatan manusia. Kahfianto (2021) menyatakan bahwa untuk mempermudah proses pelaksanaan pembuatan produk, ada beberapa langkah yang diperlukan antara lain desain, manufacturing, perencanaan bahan, dan perencanaan biaya.

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki, dan menyusun suatu sistem baik fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada saat ini. Kriteria yang digunakan dalam proses perancangan yaitu fungsi, keamanan, keandalan, biaya, kemampuan produksi, dan kemampuan untuk dipasarkan. Berdasarkan definisi perancangan di atas dapat diketahui bahwa proses perancangan merupakan sebuah proses yang berguna untuk membuat sistem yang baru guna menyelesaikan permasalahan yang ada (Nur & Suyuti, 2018). Karena produk, proses, dan kondisi lingkungan yang berbeda, setiap perencanaan produksi juga berbeda-beda. Meskipun demikian, langkah-langkah prosedural tertentu yang didasarkan pada posisi strategis telah terbukti berguna untuk semua proyek (Hans-Peter et al. 2015).

Perancangan juga dapat didefinisikan sebagai kumpulan beberapa rangkaian kegiatan penerjemahan hasil analisis ke dalam bahasa pemrograman untuk melihat secara detail bagaimana sebuah sistem dapat diimplementasikan. Perancangan produk akan diikuti oleh perancangan sistem kerja, perancangan fasilitas kerja dan perancangan tata letak fasilitas

(Murnawan & Wati, 2018). Perancangan merupakan sebuah proses mendesain beberapa alternatif sistem yang baru hingga mendapatkan sebuah sistem terbaik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam perusahaan. Tujuan akhir dari perancangan industri adalah untuk menghasilkan produk yang bermanfaat yang memenuhi keinginan konsumen dengan pembuatannya yang cukup aman, efisien, andal, ekonomis, dan praktis. Pertimbangan mengenai perancangan produk dan perancangan proses manufaktur secara bersama-sama sering disebut *concurrent engineering*. Desain produk berkaitan dengan bagaimana produk dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen sedangkan desain proses manufaktur berkaitan dengan bagaimana sistem atau langkah kerja yang harus dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan. (Agustinus, 2017)

Ulrich et al. (2016) menyatakan bahwa desain proses manufaktur dibuat dalam proses pengembangan produk karena memiliki beberapa tujuan antara lain:

1. Sebuah perusahaan mampu membuat produk dengan kualitas yang lebih baik dari produk sebelumnya dengan biaya rendah.
2. Perusahaan dapat menekan biaya proses manufaktur, tetapi tetap menjaga kualitas produk yang baik.
3. Perusahaan bisa menurunkan biaya untuk proses fabrikasi dan perakitan, sehingga total biaya yang dikeluarkan rendah.

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi penjualan dan pengiriman produk ke konsumen. Produk manufaktur yang dihasilkan dapat berupa produk jadi, produk setengah jadi, komponen, assembling, subassembling, atau bahan baku produk. Secara umum, proses pengembangan produk memiliki beberapa fungsi utama dalam manufaktur yang membantu terwujudnya produk tersebut. Fungsi-fungsi yang mendukung pengembangan produk antara lain pemasaran, perancang, manufaktur, dan distribusi. (Irawan, IPM, 2017). Terdapat beberapa hal yang menjadi tantangan dalam pengembangan produk, yaitu trade off, dinamika, detail, tekanan waktu, dan faktor ekonomi. Pengembangan produk dikatakan sukses jika mampu memenuhi kebutuhan konsumen dengan melalui tantangan tersebut diperoleh produk terbaik yang digunakan untuk kebutuhan konsumen. (Burhanudin, Suryadiwansa, & Iskandar, 2013). Strategi pengembangan produk baru harus dibuat oleh perusahaan pengembang agar dapat menghasilkan produk unggulan dan mengalahkan kompetitor. Dalam pengembangan produk, tingkat yang paling penting dan krusial yang harus menjadi perhatian tim pengembangan produk meliputi formulasi dan masalah, mencari alternatif solusi, melakukan analisis terhadap alternatif solusi dan analisis mendalam dari alternatif yang ada (Tufekci, et al., 2016).

### *B. Harga Pokok Produksi (HPP)*

Harga pokok produksi (HPP) adalah sebuah proses yang digunakan untuk penentuan harga jual sebuah produk per unitnya dan mengetahui kebutuhan apa saja yang diperlukan oleh perusahaan tersebut. Harga pokok produksi juga diartikan sebagai harga yang dikeluarkan atau dikorbankan oleh manufaktur untuk menghasilkan produk jadi. Harga pokok produksi inilah yang akan menjadi acuan bagi perusahaan untuk menentukan harga jual sesuai dengan tingkat keuntungan yang diharapkan. Penentuan harga pokok produksi berkaitan dengan biaya produksi yang dikeluarkan untuk menghasilkan produk. Biaya produksi sendiri dipengaruhi oleh biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya operasional, dan biaya pemesanan. Dalam pembuatan suatu produk, biaya bahan baku mempunyai peranan yang sangat penting. Semakin besar biaya bahan baku maka semakin besar pula harga pokok produksi yang akan dihasilkan. Selain itu keandalan juga salah satu atribut kinerja yang penting dalam mencapai desain sistem yang optimal karena secara langsung

dan signifikan mempengaruhi kinerja sistem dan siklus hidup dari suatu alat (Kulkarni et al. 2016).

Menurut, Murnawan (2016) harga pokok produksi adalah biaya terselesaikannya sebuah produk jadi selama satu periode. Tujuan dari menentukan harga pokok produksi sendiri adalah untuk menentukan harga jual sebuah produk yang tepat, mengukur efisiensi proses produksi, mengontrol realisasi biaya produksi, menentukan perusahaan tersebut apakah mendapatkan untung atau mengalami kerugian pada setiap periode, serta mengukur dan menentukan biaya persediaan.

Menurut Murnawan, et al. (2016). Pendekatan yang akan digunakan nantinya dapat berpengaruh terhadap biaya produksi sebuah perusahaan, sebagai contoh dalam metode *full costing*, penentuan untuk biaya produksi dipengaruhi oleh beberapa biaya produksi seperti: biaya overhead pabrik yang berperilaku tetap ataupun variabel, biaya bahan baku, dan biaya tenaga kerja langsung. Sedangkan pada metode *variable costing*, biaya produksi yang diperhitungkan hanya terdiri dari overhead pabrik variabel, biaya bahan baku, dan biaya tenaga kerja langsung.

#### C. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta proses operasi merupakan salah satu alat yang berbentuk yang digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah suatu proses produksi secara kronologis dari seluruh operasi seperti inspeksi, bahan baku, waktu longgar, hingga proses pembungkusan dan penyimpanan. Peta tersebut akan menggambarkan peta operasi dari seluruh komponen-komponen dan sub-assemblies sampai ke main assembly (Murnawan & Wati, 2018). Langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan akan digambarkan pada peta proses operasi. Sejak dari bahan baku sampai menjadi produk jadi yang utuh ataupun sebagai komponen yang mempunyai informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut, seperti : waktu yang diperlukan, material yang digunakan, serta tempat atau alat yang dipakai.

Blok diagram ini merupakan bentuk peta proses secara sederhana yang digunakan untuk menganalisa tahapan yang harus dilalui dalam pelaksanaan operasi manufaktur suatu produk secara analitis dan logis. Terdapat tiga model peta proses yang umum digunakan pada keperluan yang lebih kompleks untuk melakukan analisa proses produksi dan juga digunakan dalam perencanaan tata letak pabrik, antara lain: *operation process chart*, *flow process chart*, dan *flow diagram* (Wahyudi, 2020)

#### D. Peleburan Logam

Peleburan logam adalah proses ekstraksi bijih (batuan atau sedimen alam yang mengandung suatu mineral berharga) menggunakan panas maupun zat pereduksi sehingga didapatkan logam dasar seperti besi (Fe), perak (Ag), tembaga (Cu), dan logam lainnya. Pada umumnya, zat pereduksi ini merupakan karbon yang diperoleh dari bahan bakar fosil seperti kokas, atau arang. Zat pereduksi dipilih berdasarkan dari kereaktifan zat tersebut, semakin aktif logam semakin sukar pula bijih direduksi. Logam yang biasa direduksi dengan menggunakan karbon ialah logam yang memiliki tingkat kereaktifan sedang, misalnya nikel (Ni), timah (Sn), dan besi (Fe). Logam yang perlu direduksi dengan elektrolisis adalah logam yang memiliki kereaktifan tinggi, misalnya magnesium (Mg), dan aluminium (Al). Sedangkan untuk logam yang memiliki kereaktifan rendah cukup direduksi dengan menggunakan pemanasan saja. Proses peleburan seringkali memerlukan penggunaan fluks, seperti kapur, untuk memberikan lapisan pelindung dan mencegah logam murni mengalami oksidasi saat masih dalam keadaan cair sehingga mengurangi atau menghilangkan ketidakhomogenan pada logam.

Pengecoran/peleburan logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dengan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Pengecoran logam dapat dilakukan untuk berbagai macam logam seperti besi, baja, paduan tembaga, paduan ringan, dan masih

banyak lagi. Cetakan sendiri biasanya terbuat dari padatan pasir, tanah liat, ataupun dari logam. Cetakan pasir dan tanah liat mudah dibuat dan biayanya tidak mahal asalkan menggunakan pasir yang sesuai. Cetakan logam biasanya digunakan untuk mengecor logam yang titik leburnya di bawah titik lebur besi (S., Tiwan, & Mujiyono, 2014).

Proses peleburan logam bukan hanya sekedar proses melelehkan logam dari bijihnya. Karena kebanyakan bijih merupakan kumpulan dari senyawa kimia dari logam dan unsur-unsur lain, maka diperlukan zat pereduksi agar senyawa tersebut mengalami reaksi kimia sehingga logam dapat terpisah dari unsur-unsur yang tidak diinginkan. Situasinya sangat berbeda untuk paduan aluminium di mana oksida (dan mungkin nitrida) memiliki kerapatan yang sama dengan lelehan, sehingga tahan terhadap pemisahan dengan flotasi atau sedimentasi. Jadi aluminium dan paduannya menimbulkan kesulitan khusus jika diinginkan lelehan yang relatif bersih (Campbell J, 2011).

Proses peleburan dan pengecoran logam untuk mengubah logam dari fase padat menjadi fase cair akan menggunakan suatu tungku peleburan yang mana tungku bahan atau material yang digunakan tentunya disesuaikan dengan jenis serta jumlah material yang akan dilebur. Faktor-faktor pemilihan tungku yang digunakan untuk peleburan antara lain seperti jenis logam yang akan dicor/dilebur, desain temperatur lebur dan temperatur penuangan, kemampuan atau kapasitas tungku yang mampu dilebur, biaya operasi yang dibutuhkan, kemudahan pengoperasian, kemudahan perawatan, dan polusi terhadap lingkungan (Akhyar, 2014).

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik. Berat Jenis aluminium adalah 2,643 kg/m<sup>3</sup> cukup ringan dibandingkan dengan logam lainnya. Kekuatan aluminium yang berkisar 83-310 Mpa dapat melalui pengerjaan dingin atau pengerjaan panas. Proses peleburan dengan jalan dipanaskan dalam sebuah dapur/ tungku peleburan dapat dibentuk dengan menuangkan ke dalam cetakan (Istana & Lukman, 2016)

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan dimana dari permasalahan tersebut diklasifikasi ke dalam dua kelompok yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya bergantung pada variasi perubahan variabel bebas, variabel terikat dalam penelitian ini meliputi efisiensi waktu peleburan dan biaya pembuatan produk. Sedangkan variabel bebas yaitu suatu variabel yang memiliki nilai berubah-ubah dan mempengaruhi variasi perubahan nilai variabel terikat. Pada penelitian ini menggunakan beberapa variabel bebas yaitu:

- a. Desain alat tungku peleburan
- b. Biaya produksi
- c. Waktu proses peleburan
- d. Biaya dan jumlah komponen.

Dalam menentukan harga pokok produksi, harus diketahui terlebih dahulu biaya-biaya penyusun seperti biaya material, biaya overhead, biaya tenaga kerja, dan biaya pemesanan yang akan dijelaskan dibawah ini:

#### 1. Biaya material

Bahan material yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya bahan material kanvas, setrika, gram, wajan, dan aluminium foil. Biaya bahan material dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1) berikut:

$$\text{biaya bahan material} = \frac{\text{harga bahan material}}{\text{jumlah unit produk}} \quad (1)$$

#### 2. Biaya Pemesinan

Untuk menghitung biaya pemesanan yang dikeluarkan, dapat dilakukan dengan cara yaitu menghitung nilai investasi dan perawatan mesin dibagi dengan usia mesin dan

ditambah dengan nilai sisa. Perhitungan jumlah mesin untuk setiap operasi dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2) atau (3) berikut:

$$N = \frac{t}{60} \times \frac{P_i}{D \times E} \quad (2)$$

atau

$$N = \frac{P_i}{\text{Kapasitas teoritis} \times E} \quad (3)$$

Dimana:

- $P_i$  = Jumlah produk yang harus diproduksi (unit per tahun)
- $t$  = Total waktu pengerjaan (menit per unit)
- $D$  = Jam operasi kerja mesin yang tersedia
- $E$  = Faktor efisiensi kerja mesin. (0,8 – 0,9)
- $N$  = Jumlah mesin ataupun operator yang dibutuhkan untuk operasi produksi

Selanjutnya dilakukan perhitungan depresiasi mesin dengan menggunakan metode linier. Besarnya depresiasi dihitung dengan menggunakan persamaan (4) berikut:

$$Dt = \frac{P - S}{N} \quad (4)$$

Dimana:

- $Dt$  = Besar depresiasi pada tahun ke-t
- $P$  = Biaya awal dari aset yang bersangkutan
- $S$  = Nilai sisa dari aset tersebut
- $N$  = Masa pakai dari aset tersebut (tahun)

### 3. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja yang diamati pada penelitian ini yaitu keseluruhan tenaga kerja yang berjumlah 3 orang. Perhitungan biaya tenaga kerja dilakukan dengan menggunakan Persamaan (5) berikut:

$$\text{Biaya tenaga kerja} = \frac{\text{total gaji pekerja}}{\text{jumlah produk}} \quad (5)$$

### 4. Biaya Overhead

Biaya yang memiliki pengaruh terhadap proses produksi secara tidak langsung adalah biaya overhead. Biaya overhead dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Biaya overhead} = \frac{\text{total biaya overhead}}{\text{jumlah produk}} \quad (6)$$

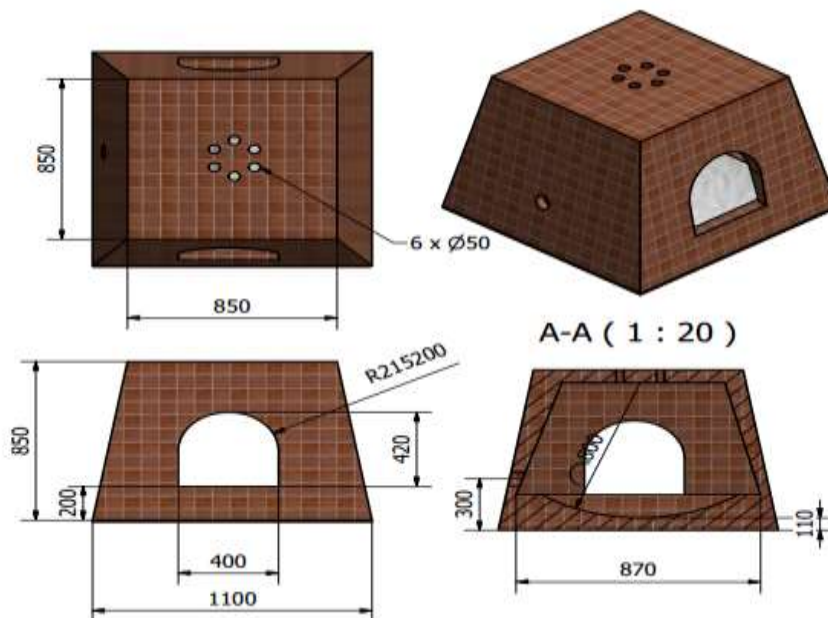
Perhitungan harga pokok produksi dihitung dengan menjumlahkan keseluruhan biaya yang diperoleh dengan menggunakan persamaan-persamaan selanjutnya. Hasil rancangan tungku peleburan akan dibandingkan dengan tungku peleburan yang saat ini digunakan sebagai bahan untuk melakukan evaluasi terhadap produk yang dirancang. Analisis kemudian dilakukan dengan mempertimbangkan setiap komponen biaya yang berpengaruh. Analisis yang digunakan juga akan memperlihatkan selisih harga pokok produksi dan keuntungan yang dapat diperoleh oleh UKM yang digambarkan dalam bentuk

diagram. Selanjutnya, kesimpulan berdasarkan analisis yang telah dilakukan akan memberikan solusi dan saran yang diajukan ke UKM guna mengimplementasikan hasil penelitian.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Rancangan Tungku Peleburan

Tungku peleburan berbahan bakar oli bekas menggunakan prinsip pengkabutan oli bekas melalui udara bertekanan menggunakan blower. Rancangan tungku peleburan yang baru terdiri dari tungku peleburan, pipa saluran bahan bakar, drum oli, blower, dan pipa saluran udara. Tabung atau drum yang digunakan sebagai wadah untuk bahan bakar oli bekas, pipa sebagai penyalur udara maupun oli bekas, keran untuk mengatur jumlah oli bekas yang keluar, dan blower sebagai pengatur tekanan udara yang akan masuk ke dalam tungku. Adapun hasil rancangan tungku peleburan aluminium berbahan bakar oli bekas tertera pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Rancangan refraktori

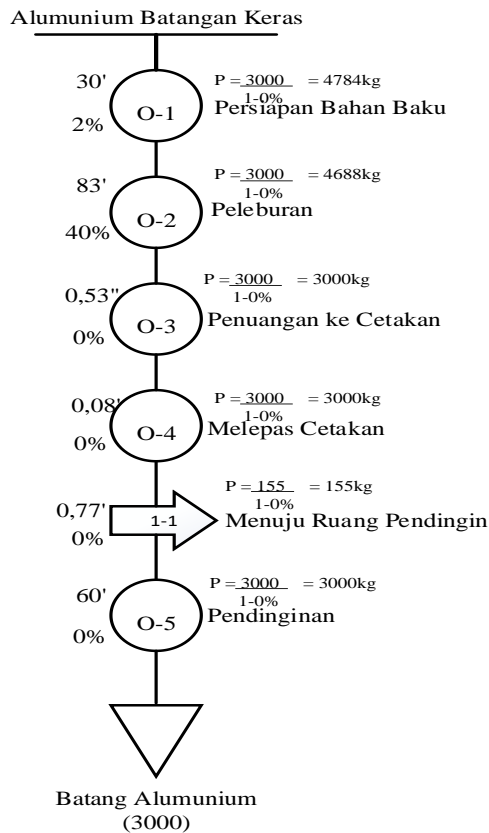
Tabung atau drum tempat oli bekas yang berbahan baku seng memiliki kapasitas 30 liter oli. Kemudian terdapat kran pengatur debit oli yang digunakan sebagai pengatur nyala api untuk proses peleburan. Rangka penyangga drum oli dan blower terbuat dari besi siku dengan dimensi 3 mm x 40 mm x 40 mm. Refraktori atau ruang yang digunakan untuk pembakaran aluminium didesain dengan menggunakan batu bata merah dan semen tahan api dengan dimensi panjang refraktori 110 cm, lebar refraktori yaitu 110 cm dan tinggi refraktori yaitu 80 cm, serta terdapat crucible yang terbuat dari bata merah yang dibentuk seperti mangkok dengan kapasitas 300 kg aluminium. Proses peleburan bahan baku memerlukan waktu 60 menit – 80 menit dengan menggunakan bahan bakar oli bekas sebanyak 50 liter-60 liter.

##### B. Perhitungan Harga Pokok Produksi

Perhitungan harga pokok produksi dipengaruhi oleh beberapa biaya diantaranya biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya pemeseinan, dan biaya overhead. Penentuan biaya tersebut dipengaruhi oleh proses pembuatan aluminium batangan. Sebelumnya, dibuat peta



proses operasi pembuatan aluminium batangan seperti Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Peta proses operasi pembuatan aluminium batangan

Peta proses operasi dapat menggambarkan detail proses peleburan logam aluminium hingga menghasilkan aluminium batangan. Peta proses operasi akan mempermudah menentukan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk produksi. Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui jumlah produk yang diproduksi setiap operasi, waktu yang dibutuhkan untuk setiap operasi, serta kebutuhan mesin untuk setiap operasi. Selanjutnya, identifikasi harga pokok produksi dapat dilakukan dengan menghitung biaya-biaya yang berpengaruh dalam produksi aluminium batangan sebagai berikut:

#### 1) Biaya Material

Material yang digunakan untuk membuat aluminium batangan yaitu kanvas atau setrika bekas. Sebelum dilakukan perhitungan biaya kebutuhan bahan baku, maka perlu diketahui jumlah kebutuhan material yang digunakan untuk setiap proses. Berdasarkan peta proses operasi pada Gambar 3 di atas, maka kebutuhan material untuk setiap proses adalah sebagai berikut:

TABEL I  
KEBUTUHAN BAHAN MATERIAL SETIAP PROSES

PROSES	KEGIATAN	NAMA MESIN	PG (Kg)	CACAT	Pi
O-5	Pendinginan	Kipas	500	0%	3000
1 - 1	Perpindahan	Gerobak Sorong	3000	0%	3000
O-4	Pengambilan	Penjepit	3000	0%	3000
O-3	Penuangan Ke Cetakan	Ledel	3000	0%	3000
O-2	Peleburan	Tungku	4839	38%	4839

O-1	Persiapan Bahan Baku	Gerobak Sorong	4938	2%	4938
-----	----------------------	----------------	------	----	------

Mengacu pada tabel di atas maka dilakukan perhitungan biaya bahan material yang menggunakan bahan baku aluminium bekas kanvas dan setrika dengan perbandingan 50%:50%. Hasil perhitungan kebutuhan bahan baku dengan menggunakan Persamaan (1) sebagai berikut:

TABEL II  
HASIL PERHITUNGAN BIAYA MATERIAL

Produk	PG	PI	Total Kebutuhan (kg)	Harga/kg	Total Biaya	Biaya/Kg
Aluminium Batangan	3000	4938	4938	Rp9.750	Rp48.145.500	<b>Rp16.049</b>

## 2) Biaya Tenaga Kerja

Upah tenaga kerja perhari adalah Rp 120.000 / hari yang bekerja selama 6 hari dalam seminggu. Biaya tenaga kerja yang diperoleh seperti yang terlihat pada tabel berikut:

TABEL III  
BIAYA TENAGA KERJA

Operasi	N Mesin	P	Biaya Operator /Minggu	Jumlah Operator	Biaya
1 - 1					
O-1	0,45	4938	720000	1	145,808
O-4	0,02	4938	720000	1	145,808
O-3	0,16	4938	720000	1	145,808
<b>Total</b>					<b>437,424</b>

## 3) Biaya Pemesinan

Biaya pemesinan diperoleh dengan mempertimbangkan jumlah mesin yang digunakan tiap operasi (N) dan depresiasi mesin. Perhitungan N diperoleh dengan menggunakan Persamaan (2) dan (3) di atas. Jumlah mesin untuk tiap operasi yaitu sebagai berikut:

TABEL IV  
JUMLAH KEBUTUHAN MESIN TIAP PROSES

Proses	Nama mesin	Pi	Eff	Waktu proses/menit	Kapasitas /proses/kg	Kapasitas /minggu/kg	N (hitung)	N Aktual
O-5	Kipas	3000	90%	60	155	6510	0,51	1
1 - 1	Gerobak Sorong	3000	90%	0,77	4,3	14073	0,24	1
O-4	Penjepit	3000	90%	0,08	4,3	135450	0,02	1
O-3	Ledel	3000	90%	0,53	4,3	20445	0,16	1
O-2	Tungku	4839	90%	83	300	9108	0,59	1
0-1	Gerobak Sorong	4938	90%	30	300	25200	0,22	1

Berdasarkan informasi pada tabel di atas, maka selanjutnya dilakukan biaya pemesinan dengan memperhitungkan depresiasi mesin. Biaya pemesinan untuk memproduksi aluminium batangan dapat dilihat pada Tabel V berikut:

TABEL V  
BIAYA PEMESINAN

Produk	OPC	Mesin	Pi	N	Biaya Pemesinan	Biaya Pemesina/kg
Aluminium Batangan	O-5	Kipas	500	0,51	4184,688	8,369
	1 - 1	Gerobak Sorong	3000	0,24	4251,688	1,417
	O-4	Penjepit	3000	0,02	255,402	0,085

O-3	Ledel	3000	0,16	121,660	0,041
O-2	Tungku	4839	0,59	9307,836	1,924
O-1	Gerobak Sorong	4938	0,22	4251,688	0,861
Total					12,697

4) Biaya Overhead

Jika material aluminium ( $P_i$ ) yang dilebur kg untuk memenuhi permintaan 3000kg/ maka didapatkan biaya overhead seperti yang terlihat pada tabel berikut :

TABEL VI  
BIAYA OVERHEAD

Peralatan	Pg	Pi	N	Biaya	Biaya/minggu	Biaya / kg
Mesin	3000	4938	0,59	Rp122.841	Rp28.348	Rp9
Oli Bekas	3000	4938	0,59	Rp120.000	Rp1.975.200	Rp658
<b>Total</b>					<b>Rp668</b>	

Berdasarkan perhitungan biaya kebutuhan material, tenaga kerja, pemesanan dan overhead, maka diperoleh harga pokok produksi aluminium batangan dengan menggunakan tungku peleburan dari oli bekas seperti yang terlihat pada tabel berikut ini:

TABEL VII  
HARGA POKOK PRODUKSI ALUMINIUM BATANG DENGAN MENGGUNAKAN TUNGKU PELEBURAN DENGAN BAHAN BAKAR OLI BEKAS

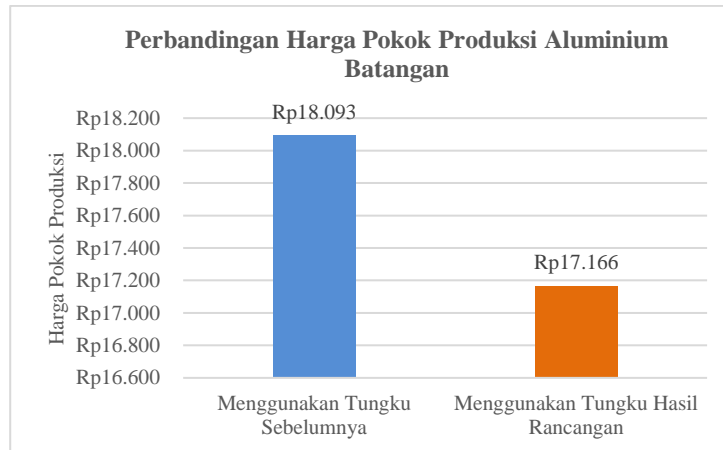
Produk	Bahan Baku	Pemesinan	Tenaga Kerja	Overhead	HPP
Batangan Aluminium Keras	16049	12,697	437,424	668	<b>Rp 17.166</b>

Berdasarkan tabel di atas maka diperoleh harga pokok produksi aluminium batangan menjadi Rp. 17.166. Jika menggunakan peleburan dengan menggunakan kayu bakar seperti yang terjadi saat ini, maka harga pokok produksinya seperti yang tertera pada tabel berikut:

TABEL VIII  
HARGA POKOK PRODUKSI ALUMINIUM BATANG DENGAN MENGGUNAKAN TUNGKU PELEBURAN BERBAHAN BAKAR KAYU

Produk	Bahan Baku	Pemesinan	Tenaga Kerja	Overhead	HPP
Batangan Aluminium Keras	16584,750	77,207	446,796	984,716	<b>Rp 18.093</b>

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui harga pokok produksi aluminium batangan lebih tinggi jika menggunakan tungku peleburan berbahan bakar kayu dibandingkan dengan menggunakan tungku peleburan yang sudah dirancang.



Gambar 4. Diagram perbandingan HPP aluminium batangan dengan tungku yang berbeda

Dari data-data yang telah dikumpulkan, kemudian dilakukan analisis dan terlihat bahwa perbedaan yang tinggi terlihat pada biaya pemesinan. Hal ini disebabkan karena penggunaan bahan bakar sangat berpengaruh signifikan terhadap biaya pemesinan. Jika menggunakan tungku peleburan saat ini, maka akan membutuhkan banyak tungku peleburan untuk menyaingi kapasitas tungku peleburan yang telah dirancang. Hal tersebut disebabkan karena kapasitas tungku peleburan saat ini lebih sedikit dibandingkan dengan tungku peleburan yang sudah dirancang. Selain itu biaya overhead tungku peleburan berbahan bakar kayu juga lebih tinggi dibandingkan dengan tungku berbahan bakar oli bekas karena biaya atau harga kayu bakar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan oli bekas.

## V. KESIMPULAN

Peleburan logam aluminium dengan menggunakan tungku berbahan bakar kayu mempunyai harga pokok produksi sebesar Rp. 18.000/kg dan keuntungan rata-rata sebesar Rp14.700.000,00/minggu sedangkan harga pokok produksi aluminium batangan jika menggunakan tungku berbahan bakar oli bekas yaitu sebesar Rp. 17.166/kg. Terdapat penurunan harga pokok produksi sebesar Rp. 834/kg. Penurunan harga pokok produksi tersebut dapat memberikan peningkatan keuntungan kurang lebih sebesar Rp. 2.800.000/minggu menjadi Rp Rp17.500.590/minggu.

Pemilihan bahan bakar oli merupakan pilihan terbaik dibandingkan dengan kayu dikarenakan biaya pembuatan refraktori yang murah dan memiliki ketahanan yang lama dan tidak menyebabkan polusi berlebih. Hasil perhitungan harga pokok produksi dihasilkan nilai penggunaan bahan baku yang tinggi, sehingga pembuatan tungku harus mempertimbangkan mengenai penyusutan material sehingga biaya bahan baku dapat diminimalkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, I. M., Raharjo, W. P., & Surojo, E. (2014). Rancang Bangun Tungku Pencairan Logam Auminium Berkapasitas 2 Kg dengan Mekanisme Tahanan Listrik (Pengujian Performansi). *Mekanika*, 13(01), 21-32.
- Agustinus, I. P. (2017). *Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur* (Pert ed.). ANDI.
- Akhyar. (2014). Perancangan dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*. Jakarta.

- Burhanudin, Y., Suryadiwansa, & Iskandar, D. (2013). Perancangan Dan Pembuatan Curling Dies Untuk Penekukan Pelat Engsel Tipe Butt Dengan Sistem Press. *Jurnal Mechanical*, 4(2), 44-49.
- Campbell, J. (2011). *Complete Casting Handbook*. Netherlands: Elsevier Science.
- Hans-Peter, W., Jürgen, R., & Peter, N. (2015). *Handbook Factory Planning and Design*. Springer.
- Irawan, IPM, P. P. (2017). *Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur*. Yogyakarta: C.V. ANDI OFFSET.
- Irvan, A., & Suryadi. (2017). Sistem Peleburan Logam Berbahan Bakar Gas untuk Industri Kecil dan Menengah. *Elektra*, 02(01), 50-57.
- Istana, B., & Lukman, J. (2016). Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas. *Surya Teknik*, 02(04), 10-14.
- Jamnia, A. (2018). *Introduction to Product Design and Development*. CRC Press.
- Kahfianto, I. H. (2021). *Rancang Bangun Alat Pembuat Pisau Gelombang Untuk Mesin Pemotong Singkong Dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomi Di UD Doa Emak*. Thesis. Retrieved from Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya No. Kelas 079/TI/Kah/R/2021
- Kulkarni, M. S., Lad, B. K., & Shrivastava, D. (2016). *Machine tool reliability*. John Wiley & Sons.
- Murnawan, H., Hartatik, N., & Wati, P. E. (2020). Peningkatan Kualitas dan Produktivitas Produk Pengecoran Logam dengan Penataan Ulang Fasilitas Produksi. *JPP IPTEK*, 35-42.
- Murnawan, H. (2016). *Perancangan Bisnis Aplikasi dan Implementasi di Dunia Industri*. Surabaya: Zifatama Publisher.
- Murnawan, H., & Wati, P. E. (2018). Perancangan Ulang Fasilitas Dan Ruang Produksi Untuk Meningkatkan Output Produksi. *JTI UMM*, 157-165.
- Nur, R., & Suyuti, M. A. (2018). *Perancangan Mesin-Mesin Industri*. Sleman: Deepublish.
- Prasetyo, A. (2021, Maret 16). *Analisa Perancangan Tungku Pengecoran Logam Aluminium Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas, Kayu dan Gas Alam Guna Mengurangi Biaya Energi dan Mempercepat Proses Produksi Aluminium Batangan*. Retrieved from Repository Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya: <http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/8337>
- S., A. L., Tiwan, & Mujiyono. (2014). Pengembangan Tungku Peleburan Aluminium untuk Mengembangkan Kompetensi Pengecoran di SMK Program Studi Keahlian Teknik Mesin. *Inotek*, 18(1), 80-94.
- Tufekci, M., Karpat, F., Yuce, C., Dogan, O., Yilmaz, G., & Kaya, N. (2016). Design Optimization of Aluminium Hinge Parts for Lightweight Vehicles: Performance, Durability, and Manufacturability. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, 11-18.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product Design and Development*. United States of America: McGraw-Hill.
- Wahyudi, E. S. (2020, September 25). *Rancang Bangun Matras Pembuat Engsel guna Perbaikan Hasil Produksi di UD Doa Emak*. Retrieved from Repository Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya: <http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/5542>