

# Perancangan dan Uji Performance Tungku Peleburan Aluminium Dengan Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas

Tito Endramawan<sup>1\*</sup>, Agus Sifa<sup>2</sup>, Dedi Suwandi<sup>3</sup>, Felix Dionisius<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Politeknik Negeri Indramayu

Jl. Lohbener Lama No. 08 Lohbener – Indramayu 45252

<sup>1,2,3,4</sup>Prodi Perancangan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu

\*Corresponding author: [tito@polindra.ac.id](mailto:tito@polindra.ac.id)

## Abstract

*Waste is a major problem in the world and Indonesia. Used oil is one of the liquid wastes produced by machines, both in large industrial and private vehicle engines. Handling this waste oil can actually be done in various ways, one of which is by using it as a liquid fuel with constant heat treatment. One of the applications of this burning is used in metal smelting equipment to melt metal waste in the community, especially those that have been collected by collectors both in the Indramayu region and Cirebon 3 region. In the design process, a simulation of the safety of material use is carried out using solidwork software using A36 steel. For the performance test, several variations were carried out including the input distance of used fuel oil at a distance of 5 cm, 10 cm and 15 cm and the opening of the used oil tap as fuel in the form of 1/4, 1/2 and 1. The test was carried out using used fuel oil to melt 1 kg of aluminum. The results of the flow simulation process obtained data with a distance of 10 cm where the air flow is sprayed spread out in the burner and the optimal parameter at the time of smelting is that with a 1/2 tap opening it will be more effective in fuel use and aluminum smelting time.*

**Keywords:** design, melting furnace, aluminum, used oil.

## Abstrak

Limbah merupakan permasalahan utama setiap daerah baik di dunia maupun di Indonesia. Oli bekas salah satu limbah cair yang dihasilkan oleh mesin, baik mesin di industri besar maupun mesin kendaraan pribadi. Penanganan limbah oli ini sebenarnya dapat dilakukan dengan berbagai cara yang salah satunya dengan memanfaatkannya sebagai bahan bakar cair dengan perlakuan panas yang konstan. Salah satu aplikasi pembakaran ini digunakan pada alat peleburan logam untuk melebur limbah logam yang ada di masyarakat terutama yang sudah terkumpul di para pengepul baik di wilayah Indramayu maupun wilayah 3 Cirebon. Pada proses perancangan dilakukan terlebih dahulu simulasi dari keamanan penggunaan material dengan menggunakan software solidwork dengan menggunakan bahan baja A36. Untuk uji performance dilakukan beberapa variasi diantaranya jarak input bahan bakar oli bekas pada jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm serta bukaan keran oli bekas sebagai bahan bakar berupa 1/4, 1/2, dan 1. Pada pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar oli bekas untuk melebur aluminium sebanyak 1 kg. Hasil dari proses simulasi aliran didapatkan data dengan jarak 10 cm aliran udara tersembur secara menyebar di dalam Burner dan parameter yang optimal pada saat peleburan adalah dengan bukaan keran 1/2 akan lebih efektif dalam penggunaan bahan bakar dan waktu peleburan aluminium.

**Kata kunci:** perancangan, tungku peleburan, aluminium, oli bekas.

## 1. Pendahuluan

Limbah merupakan permasalahan utama setiap daerah baik di dunia maupun di

Indonesia. Limbah dapat dibedakan dalam berbagai kategori, diantaranya limbah cair dan limbah padat. Oli bekas salah satu limbah cair yang dihasilkan oleh mesin, baik mesin di industri besar maupun mesin kendaraan pribadi. Saat ini khususnya di Indonesia belum optimalnya penggunaan limbah oli untuk diolah kembali oleh masyarakat, industri, maupun pemerintah, sehingga limbah oli tersebut tidak memiliki nilai ekonomis.

Penanganan limbah oli ini sebenarnya dapat dilakukan dengan berbagai cara yang salah satunya dengan memanfaatkannya sebagai bahan bakar cair dengan perlakuan panas yang konstan [1]. Proses pembakaran menggunakan bahan bakar oli bekas telah banyak dilakukan seperti pada aplikasi Stove dengan alat tambahan menggunakan blower dan disalurkan melalui pipa besi [2]. Langkah ini telah banyak dilakukan guna mengurangi jumlah limbah oli bekas yang ada di masyarakat.

Salah satu aplikasi pembakaran ini digunakan pada alat peleburan logam untuk melebur limbah logam yang ada di masyarakat terutama yang sudah terkumpul di para pengepul baik di wilayah Indramayu maupun wilayah 3 Cirebon yang meliputi Kabupaten Indramayu, Kabupaten Cirebon, Kabupaten Kuningan, Kabupaten Majalengka dan Kota Cirebon.

Berdasarkan survey yang telah dilakukan, para pengepul di Indramayu sebagian besar mereka hanya sebagai perantara dari para pencari rongsok ke pengepul besar sehingga mereka akan mengirimkan ke pengepul yang lebih besar. Para pengepul besar dari wilayah 3 Cirebon kebanyakan berpusat pada daerah sentra pengepul di kecamatan Panguragan yang tersebar di Desa Lemahtamba, Desa Panguragan, Panguragan Kulon, dan Panguragan Wetan. Sekitar 35 persen warga di Kecamatan tersebut di antaranya memiliki mata pencaharian di bidang rongsokan [3].

Permasalahan yang dihadapi mitra salah satunya adalah proses pengiriman. Selama ini para pengepul hanya bersifat

mengumpulkan limbah aluminium dari para pencari maupun pengepul lainnya tanpa disertai dengan adanya proses lain sebelum limbah aluminium tersebut dikirimkan ke pengepul yang lebih besar. Proses pengiriman limbah aluminium merupakan salah satu masalah karena membutuhkan ruang yang luas dalam mobil sehingga proses pengiriman kurang efektif dan daya angkut yang sedikit, ini berimbas pada biaya angkut yang mahal sehingga akan mengurangi pendapatan dari pengepul.

Solusi yang dapat dilakukan dari permasalahan diatas salah satunya adalah dengan proses pengecoran dari limbah aluminium tersebut dan dibuat menjadi ingot aluminium. Aluminium yang sudah berbentuk ingot ini mempunyai keunggulan berupa bentuknya yang kompak, harganya tinggi, mudah untuk dipindahkan (angkut) sehingga akan sangat meningkatkan pendapatan para pengepul. 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 [4]. Pengecoran dapat digunakan untuk membuat benda – benda dengan bentuk rumit. Benda berlubang yang sangat besar dan sangat sulit atau sangat mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat diproduksi mahal secara ekonomis menggunakan teknik pengecoran yang tepat. [5].

Dalam industri pengecoran skala kecil umumnya menggunakan tungku yang dilengkapi alat bakar (Burner). Bahan bakar biasanya menggunakan minyak, gas atau batubara. Namun dalam industri kecil masih menggunakan batubara atau gas sebagai bahan bakar. Hal ini dirasa tidak efektif karena membutuhkan waktu yang lama untuk pembakaran. [6].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dirancang alat yang dapat mengubah limbah menjadi sesuatu yang lebih berguna bagi masyarakat dan mampu menyelamatkan lingkungan dengan tungku peleburan aluminium dengan memanfaatkan limbah oli sebagai bahan bakar peleburan aluminium.

## 2. Metode Penelitian

Proses pengambilan data diawali dengan melakukan studi lapangan tentang proses peleburan aluminium yang didukung dengan studi literatur yang ada. Selanjutnya dengan membuat alternatif desain tungku peleburan aluminium berbahan bakar limbah oli bekas dengan membuat simulasi yang meliputi kondisi dari temperature yang terjadi pada burner dan aliran udara panas yang dihasilkan oleh sistem pembakaran. Setelah parameter simulasi telah menghasilkan sesuai, maka selanjutnya mengumpulkan kebutuhan material (*bill of material*) untuk membuat tungku peleburan. Selanjutnya dilakukan proses fabrikasi sesuai dengan desain dan dilakukan uji kelayakan dari alat yang sudah di assembly. Ini dilakukan sampai menemukan parameter yang tepat untuk penggunaan dari tungku peleburan aluminium (uji performance) dengan beberapa parameter optimal seperti bukaan untuk laju aliran bahan bakar berupa oli yang dimasukkan ke ruang bakar serta kecepatan aliran udara yang keluar dari blower dengan mensetting katup bukaan udara pada blower.

Pada proses perancangan dilakukan terlebih dahulu simulasi dari keamanan penggunaan material dengan menggunakan software solidwork dengan menggunakan bahan baja A36.

Untuk uji performance dilakukan beberapa variasi diantaranya jarak input bahan bakar oli bekas pada jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm serta bukaan kran oli bekas berupa  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan 1. Pada pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar oli bekas untuk melebur aluminium sebanyak 1 kg.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Tungku yaitu tempat atau wadah untuk menempatkan aluminium yang akan dileburkan. ada beberapa jenis tungku yang biasa di pakai untuk proses peleburan di antaranya adalah tungku krusibel, tungku besalen, tungku tukik, tungku kupola dan tungku induksi. Peleburan aluminium skala kecil dan sedang biasanya dilakukan dengan tungku krusibel. Ciri khas tungku ini adalah digunakanya wadah untuk menempatkan yang akan di lebur wadah tersebut adalah berbentuk krus yang menyerupai pot yang diameter atasnya lebih besar sehingga berbentuk krusibel. Tungku ini di bedakan menurut jenis bahan bakar yang digunakan yaitu kokas, atau arang, minyak dan gas [7].

Tanur besalen merupakan tanur yang digunakan ratusan tahun lalu pada awal mula industri pengecoran logam. Tungku ini berbentuk pipa yang dibuat dari batu bata dan dilapisi tanah agar tahan api.. bahan bakar tungku besalen adalah kayu arang baranya di hembuskan dengan blower. Tanur tukik atau tungku tukik memiliki kapasitas yang lebih besar dari tanur besalen. Tanur ini menggunakan bahan bakar kayu dan blower yang dijalankan menggunakan tenaga diesel, aliran, cairan logam yang di hasilkan oleh tanur tukik tidak bisa continue [8].

Kupola merupakan tungku yang memiliki bentuk silinder vertikal yang memiliki kapasitas besar. Tungku ini diisi dengan material pengisi antara lain besi, kokas, flux atau batu kapur, dan elemen paduan yang memungkinkan. Tungku ini memiliki sumber energi panas dari kokas dan gas untuk meningkatkan temperatur pembakaran. Hasil peleburan dari tungku ini akan ditapping secara periodik untuk mengeluarkan besi cor yang telah mencair.

Tungku induksi adalah tungku yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energi panasnya, arus listrik bolak-balik (alternating current) yang melewati koil tembaga akan menghasilkan medan magnetik pada logam pengisi (charging material) didalamnya. Medan magnet ini juga akan melakukan mixing pada logam

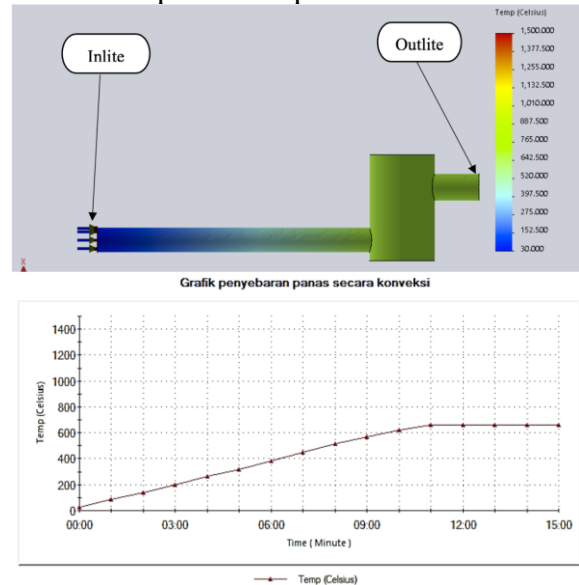
cair akibat adanya gaya magnet antara koil dan logam cair yang akan menimbulkan efek pengadukan (stirring effect) untuk menghomogenkan komposisi pada logam cair. Logam cair didalam tungku harus dihindarkan dari kontak langsung terhadap koil. Oleh karena itu material tahan temperatur tinggi sebagai lining tungku harus memiliki ketebalan yang cukup untuk menahan beban logam cair didalamnya [9].

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu [10]. Blower sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu impeller atau lebih yang dilengkapi dengan sudu – sudu yang dipasang pada poros yang berputar yang diselubungi oleh sebuah rumah (casing). Udara memasuki ruang casing secara horizontal akibat perputaran poros maka ruang pipa masuk menjadi vakum lalu uadara dihembuskan keluar.

Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat - sifat lainnya. Terdapat beberapa sifat penting yang dimiliki aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik, diantaranya penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor), mudah difabrikasi, ringan tahan korosi dan tidak beracun, kekuatannya rendah, tetapi paduan (alloy) dari aluminium bisa meningkatkan sifat mekanisnya [11].

Burner dengan berbahan bakar cair mempunyai permasalahan khusus yaitu proses mixing antara bahan bakar cair dan udara. Untuk memperbaiki percampuran bahan bakar udara, proses pengkabutan harus menjamin terjadi atomisasi yang bagus dari bahan bakar sehingga udara dapat berdifusi dengan mudah masuk ke bahan bakar. Dari proses tersebut akan tercapai campuran yang lebih homogen. Proses pembakaran akan berlangsung menjadi lebih sempurna [12]

Pada perancangan ini dilakukan simulasi thermal pada Burner dengan software solidworks dimana temperature yang diberikan sebesar 660 °C. Dimana inlite udara dari blower memiliki suhu ruangan 30 °C dan Outlite hasil pembakaran pada Burner memiliki suhu 660 °C. Untuk hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 1.

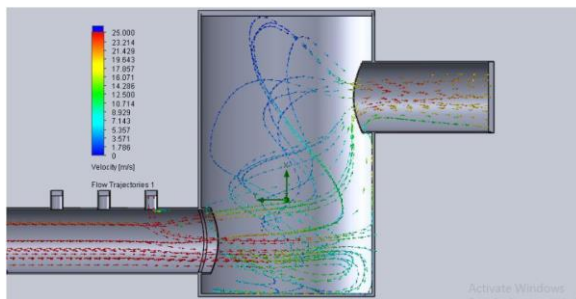


Gambar 1. Temperatur yang terjadi pada permukaan tungku

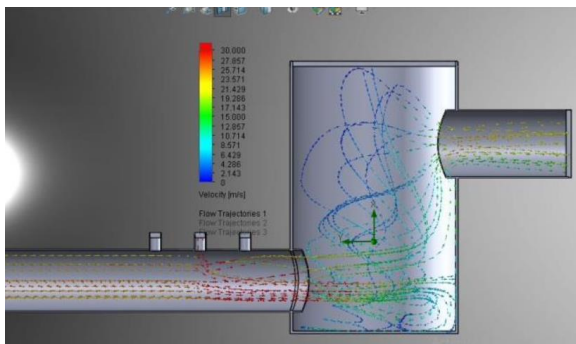
Berdasarkan Gambar 1, maka dapat dilihat hasil simulasi menghasilkan data temperature permukaan pada 660 °C, dimana angka tersebut masih aman dari titik lebur material tungku peleburan (A36) yaitu 1500 °C.

Pada Gambar 2., simulasi aliran udara untuk inputan bahan bakar yang tepat pada *Burner* dengan melakukan tiga variabel simulasi yaitu pada jarak 5, 10, 15 cm dari ujung *Burner*, dengan aliran udara oleh blower dengan kecepatan aliran sebesar 24 m/s dan debit bahan bakar yang masuk kedalam burner sebesar 11,27 ml/s. Pada simulasi di dapatkan hasil yang kurang baik karena oli tidak tersembur secara sempurna di dalam Burner atau tidak menyebar. Hasil dari simulasi aliran untuk perbandingan masukan bahan bakar pada Burner dari ketiga simulasi tersebut hasil yang cukup baik didapatkan pada jarak 10 cm karena oli tersembur secara menyebar di dalam Burner. Semakin tinggi jarak lubang udara pada tungku maka boiling time akan semakin cepat karena suplay udara yang dapat

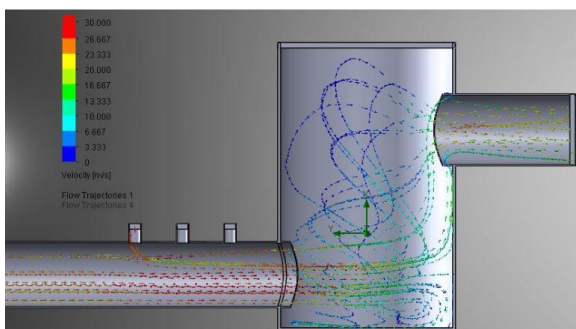
kontak dengan bahan bakar semakin baik sehingga suhu panas yang dihasilkan baik dan waktu pemanasan menjadi lebih cepat, proses pembakaran yang lebih baik menghasilkan laju pembakaran yang lebih besar, yang berarti jumlah energi pembakaran meningkat sehingga suhu pembakaran meningkat [13]. Penggunaan bahan bakar oli yang lebih banyak dan kecepatan udara yang semakin tinggi akan berdampak pada pencapaian suhu tertinggi yaitu  $1021^{\circ}\text{C}$  pada variasi A2B3 [14].



(a) Jarak 5 cm



(b) Jarak 10 cm



(c) Jarak 15 cm

Gambar 2. Variasi jarak input bahan bakar oli

## Pengujian Tungku Peleburan

Tahapan pengujian tungku peleburan dilakukan dengan menyiapkan alat-alat pengujian seperti: tungku peleburan, burner, cawan, oli bekas, dan blower. Selanjutnya mengisi cawan dengan alumunium bekas pada tungku peleburan yang dilanjutkan dengan mencampur oli bekas dan pertalite ke dalam burner untuk penyalaan awal menggunakan korek api. Tunggu beberapa menit agar burner panas terlebih dahulu, dan pengambilan data dilakukan setiap menit sebanyak 3 kali selama 3 menit menggunakan thermogun (gambar 3). Setelah panas, lalu hidupkan blower dan buka keran bahan bakar. Variasi bukaan keran oli menggunakan  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  dan 1 bukaan keran dan amati sampai alumunium mencair



Gambar 3. Proses pengukuran temperature

## Waktu yang dibutuhkan untuk peleburan alumunium

Waktu yang dibutuhkan untuk peleburan 1 kg alumunium pada peleburan di dapat hasil yaitu bukaan keran  $\frac{1}{4}$  didapatkan alumunium tidak mencair, hal ini dikarenakan api pada burner mati terkena hembusan udara dari blower yang disebabkan kurangnya suplai bahan bakar. Penggunaan bukaan keran  $\frac{1}{2}$  didapat hasil alumunium berhasil dilebur dalam waktu 21.13.20 dan untuk bukaan keran 1 atau full didapat hasil alumunium berhasil dilebur dalam waktu 16.03.13. Hasil ini lebih cepat dari penelitian sebelumnya dalam hal proses

peleburan aluminium menggunakan oli bekas yaitu 50.32.00 [15]

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan maka parameter yang terbaik untuk variasi bukaan keran adalah dengan membuka keran secara penuh yang akan berdampak pada jumlah panas yang dihasilkan tinggi seiring dengan meningkatnya jumlah bahan bakar yang dimasukkan.

### Konsumsi Bahan Bakar

Dalam melakukan peleburan aluminium ini menggunakan bahan bakar oli bekas. Oli bekas di simpan di sebuah derigen lalu oli bekas dialirkan ke dalam burner melalui sebuah keran yang berukuran ½ in. Untuk menghitung berapa konsumsi bahan bakar oli bekas yang digunakan harus menghitung berapa debit dari oli bekas. Dalam menghitung debit menggunakan gelas ukur sebagai alat ukur. Variasi menggunakan tiga bukaan keran yaitu ¼ bukaan, ½ bukaan dan 1 bukaan. Adapun hasil dari Menghitung debit dari bahan bakar oli bekas terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran debit oli

Bukaan Keran	Debit (ml/s)	Rata-rata debit (ml/s)	Rata-rata debit (kg/s)
1	11.29	11.27	0.0127
	10.59		
	11.92		
1/2	5.53	5.56	0.00556
	5.48		
	5.68		
1/4	2.79	2.79	0.00279
	2.76		
	2.81		

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan gambaran dari konsumsi bahan bakar oli bekas yang digunakan untuk proses peleburan. Hasilnya dapat disimpulkan bahwa untuk proses peleburan yang membutuhkan waktu yang cepat maka dapat menggunakan bukaan keran penuh, akan tetapi konsumsi bahan bakarnya sangat banyak sehingga tidak efektif, sedangkan untuk bukaan keran ½

akan menghasilkan proses peleburan yang lebih efektif dengan hanya membutuhkan bahan bakar yang hanya setengahnya akan tetapi waktu peleburan hanya berbeda sekitar 5 menitan disbanding dengan bukaan penuh.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil proses simulasi dan uji coba pada alat peleburan, maka dapat disimpulkan data simulasi aliran dengan jarak 10 cm aliran udara tersembur secara menyebar di dalam Burner; dan parameter yang optimal pada saat peleburan adalah dengan bukaan keran ½ akan lebih efektif dalam penggunaan bahan bakar dan waktu peleburan aluminium.

### Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih pada Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas pendanaan melalui Politeknik Negeri Indramayu, Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat dan Jurusan Teknik Mesin.

### Referensi

- [1] Azharuddin. et al., 2020. Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas yang Konstan,“ *Jurnal Austenit* , Bd. Vol.12 No.2, pp. 48-53.
- [2] Efirufini H. Bano. et al., 2019. Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternative Pada Redesigned Stovedengan Menggunakan Blower Dan Pipa Besi,“ *Jurnal Kesehatan*, pp. 67-70.
- [3] L. S. Handayani, *Republika.co.id*,“ 09 Desember 2017. [Online]. Available: <https://www.republika.co.id/berita/p0nhqn409/melihat-dari-dekat-kampung-rongsokan-di-cirebon>.
- [4] Veracious, „Pengecoran Logam,“ 9 November 2018. [Online]. Available:

- <https://id.wikipedia.org/wiki/Pengecoran>. [Zugriff am 8 Agustus 2020].
- [5] E. T. Jarosman, "Desain dan Pembuatan Cetakan Souvenir Khas Kota Palembang," *Jurnal*, p. 2, 2016.
- [6] Alaya Fadllu Hadi Mukhammad. 2016. Pengujian Awal Kinerja Tungku Pengecoran Logam Alumunium Matrix Composite dengan Bahan Bakar Gas LPG," *jurnal*, p. 110
- [7] Arianto Leman, S. 2017. Tungku Krusibel Dengan Economizer Untuk Praktik Pengecoran Di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, Bd. 2, Nr. 1, pp. 21-27.
- [8] Rozi. R. 2018. Tungku tukik. [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id>.
- [9] Dicky Caesar F. 201. Dapur Peleburan," Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [10] Manurung BH. 2012. Sistem Pemeliharaan Dan Cara Kerja Peralatan Blower Di Pabrik Mini PTKI, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [11] Nurhadi M. 2014. Analisis Kekuatan Fatik Aluminium Cor (Remelting) Dengan Tipe Rotary Bending," Universitas Lampung, Lampung.
- [12] Novi T. 2017. Jenis-Jenis Burner. [Online]. Available: <https://www.academia.edu> > Burner .
- [13] Arif Mulyanto, et.al.,2016. Pengaruh Ketinggian Lubang Udara Pada Tungku Pembakaran Biomassa Terhadap Unjuk Kerjanya," *Dinamika Teknik Mesin*, Volume 6 No. 1, pp. 22-30.
- [14] Junaidi, et.al. 2021. Analisis Laju Aliran Udara dan Laju Aliran Massa Bahan Bakar Terhadap Beban Pembakaran Sampah pada Incinerator Berbahan Bakar Limbah Oli," *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, Bd. 5, Nr. 1, pp. 17-23.
- [15] Akhyar, 2014. Perancangan Dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar, Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Jakarta, pp. 1-6.