

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

**TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika**

Volume 9, Nomor 1, Januari 2022, hlm 20-28

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

## **Rancang Bangun Tungku *Reheating* Portable Untuk Proses *Forging* Pada Laboratorium Teknologi Material**

### ***Design of Portable Reheating Furnace for Forging Process in Material Technology Laboratory***

**Feriadi Sidik<sup>1</sup>, Armila<sup>2\*</sup>, Rudi Kurniawan Arief<sup>3</sup>**

<sup>1,2\*,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

<sup>1,2\*,3</sup> Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, Sumatera Barat, Indonesia 26181

\*Koresponden Email: [kimmylala74@gmail.com](mailto:kimmylala74@gmail.com)

Artikel dikirim: 9/9/2021

Artikel direvisi: 23/11/2021

Artikel diterima: 09/12/2021

#### **ABSTRAK**

Tungku *Reheating* adalah tungku yang dipakai sebagai pemanas logam dalam proses *forging*, dalam pembuatan tungku *Reheating* bertujuan untuk merancang tungku *Reheating* dari awal dan mengerjakan tungku *Reheating* ini hingga selesai dan dapat dipergunakan dengan normal. Pembuatan tungku *Reheating* ini untuk memproduksi alat perkakas dengan menggunakan logam non *ferro* dan baja dengan karbon rendah dengan target temperatur 300 °C. Pembuatan tungku *Reheating* ini adalah tungku yang tahan terhadap api. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan kecepatan kompresor yang berbeda yaitu 706 Rpm, 1222 Rpm dan 1407 Rpm, dengan kecepatan tersebut maka waktu yang dihasilkan untuk mencapai 300 °C pada kecepatan 706 Rpm adalah 276 detik sedangkan pada kecepatan 1222 Rpm adalah 202 detik dan kecepatan 1407 Rpm adalah 156 detik jadi ketika kecepatan semakin tinggi maka waktu yang dibutuhkan dalam mencapai temperatur 300 °C semakin sedikit.

Kata Kunci: Tungku pemanasan, Bata tahan api, Semen mortar, Semen *castable*, *forging*

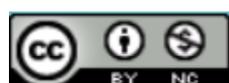
#### **ABSTRACT**

*Reheating furnace is a furnace that is used as a metal heater in the forging process, in the manufacture of a Reheating furnace the aim is to design a Reheating furnace from scratch and work on this Reheating furnace to completion and can be used normally. The manufacture of this reheating furnace is to produce tools using non-ferrous metals and low carbon steel with a target temperature of 300 °C. The manufacture of this Reheating furnace is a fire-resistant furnace using materials such as refractory bricks, cement mortar and castable cement. The test is carried out by setting the initial temperature to 104°C and the final temperature to 300°C. The test was carried out three times with different compressor speeds, namely 706 Rpm, 1222 Rpm and 1407 Rpm, with that speed, the resulting time to reach 300 °C at a speed of 706 Rpm is 276 seconds while at a speed of 1222 Rpm is 202 seconds and a speed of 1407 Rpm is 156 seconds so as the speed gets higher the time it takes to reach a temperature of 300 °C is getting less and less.*

*Keywords: Heating furnace, Refractory brick, Cement mortar, Castable cement, Forging.*

#### **1. PENDAHULUAN**

Dalam ilmu dan teknologi material, istilah perlakuan panas sudah dikenal luas. Proses perlakuan panas didefinisikan sebagai proses pemanasan dan pendinginan suatu bahan untuk memperoleh



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

perubahan fasa (struktur) yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan bahan tersebut dan meningkatkan efisiensi teknisnya dengan mengatur struktur dan sifat mekanik bahan[1], seperti pengerasan, pelunakan, dan menghilangkan tegangan sisa, meningkatkan ketangguhan, dll[2][3][4][5].

Ada banyak jenis proses perlakuan panas, yang dapat digunakan dalam proses pemanasan logam untuk mendapatkan produk berkualitas tinggi, yaitu:

- *Annealing*, memanaskan material di atas suhu transformasi, dan kemudian didinginkan secara perlahan. Tujuannya adalah untuk melunakkan bahan.
- *Stress relief*, yaitu proses menghilangkan tegangan sisa material dengan cara memanaskan dan mempertahankannya selama beberapa waktu dan kemudian mendinginkannya secara perlahan. Tujuannya adalah untuk menghilangkan tegangan sisa selama pemrosesan fabrikasi.
- Penghilang tegangan adalah proses menghilangkan tegangan sisa pada material dengan memanaskan dan mempertahankannya untuk jangka waktu tertentu[6], dan kemudian mendinginkannya secara perlahan. Tujuannya adalah untuk menghilangkan tegangan sisa dalam proses manufaktur.
- Pengerasan, memanaskan material di atas suhu transisi, dan kemudian dengan cepat mendinginkannya melalui bejana pendingin (seperti air, oli, atau bejana pendingin lainnya). Tujuannya adalah untuk mengeraskan bahan.
- Aging (pengerasan presipitasi), proses pemanasan kembali bahan yang mengeras. Suhu pemanasan rendah[7], lebih rendah dari suhu transformasi eutektoid. Tujuannya adalah untuk mengurangi kekerasan material, sehingga meningkatkan keuletan (*toughness*) material tersebut.

Selain tungku peleburan, industri logam juga membutuhkan tungku pemanas ulang dimana logam dipanaskan hingga mencapai fasa austenit, dilakukan waktu retensi, dan proses selanjutnya dilanjutkan untuk penempaan[8]. Logam umumnya dapat diproses dengan pemanasan ulang menggunakan paduan FE dan C[9]. Dengan kandungan karbon tertentu atau paduan lain yang sesuai. Baja memiliki sifat padat dan ulet, yang membuatnya menjadi bahan bangunan yang sangat cocok untuk konstruksi mesin dan peralatan. Untuk mendapatkan sifat logam yang diperlukan, memanaskan logam dan bentuk kembali sesuai kebutuhan.

Refraktori juga digunakan dalam pembuatan tungku pemanas ulang, yang merupakan bahan anorganik non-logam yang sulit meleleh pada suhu tinggi dan digunakan dalam industri suhu tinggi seperti bahan tungku[10]. Bahan tahan api sangat penting untuk banyak industri proses. Bahan ini melapisi tungku, tundish, sendok, dll. Bahan ini juga digunakan sebagai nozzle, cerat, dan gerbang. Biaya pembelian dan pemasangan bahan tahan api merupakan faktor penting dalam total biaya proses. Kegagalan refraktori saat digunakan dalam suatu proses bisa menjadi bencana besar. Refraktori diharapkan tahan terhadap suhu tinggi, tahan terhadap korosi terak cair, logam cair dan gas agresif, siklus termal, ketahanan benturan dan ketahanan aus dengan perawatan minimal[11]. Banyak orang bekerja di industri yang menggunakan bahan tahan api, tetapi hanya sedikit yang tahu tentang bahan ini, sehingga pemborosan biaya tidak dapat dihindari. Refraktori didefinisikan sebagai bahan bangunan yang dapat mempertahankan bentuk dan kekuatannya pada suhu yang sangat tinggi di bawah berbagai kondisi, termasuk tekanan mekanis dan serangan kimia dari gas panas, cairan, kaca cair dan semi cair, logam dan terak[12].

Dengan istilah lain refraktori merupakan material yang bisa mempertahankan sifat-sifatnya yang bermanfaat pada syarat yang sangat berat lantaran temperatur tinggi dan hubungan menggunakan bahan-bahan yang korosif. Refraktori dibentuk berdasarkan banyak sekali jenis material terutama keramik yang mana termasuk bahan-bahan misalnya alumina, lempung (*clay*), magnesita, chromit, silikon karbida dan lain-lain. Refraktori dipakai buat mengkonstruksi atau melapisi struktur yang temperatur tinggi, berdasarkan tanur hingga blast furnace[13]. Untuk bisa

melayani pelaksanaan yang diminta, refraktori memerlukan sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat ini antara lain titik lebur yang tinggi, kekuatan yang indah dalam temperatur tinggi, tahan terhadap degradasi, gampang dipasang, dan porto masuk akal.

Material refraktori dari bentuknya bisa dibagi 2 yaitu sebagai bata (*shaped*) dan monolitik (*unshaped*). Bentuk-bentuk bata refraktori tersedia pada poly bentuk dan ukuran, antara lain: lurus, kecil, kubah, belahan, tabung, dan lain-lain[14]. Sedangkan buat refraktori monolitik adalah adonan butiran bubuk mineral (agregat) material refraktori yang kemarau menggunakan bahan pengikat (*binder*) baik cair juga bahan kimia cair lainnya yang berfungsi menjadi pengikat, sebagai akibatnya diperoleh adonan yang sejenis dan bersifat plastis bila bercampur menggunakan air dan dipakai segera selesainya proses pencampuran dilakukan. Refraktori yang baik dibutuhkan nir mempunyai pori-pori, bersamaan menggunakan komposisi fasa, dan porositas adalah faktor yang sangat krusial buat diperhatikan selama pembuatan produk refraktori. Mengurangi porositas akan mempertinggi kekuatan dan ketahanan terhadap korosi[15][16]. Berdasarkan bentuknya refraktori bisa dibagi kepada empat kategori, yaitu:

- Bata api refraktori (*Refractory Brick*)
- Castable/beton refraktori (*Refractory Castable*)
- Mortar refraktori (*Refractory Mortars*) dan
- Refraktori *anchor*

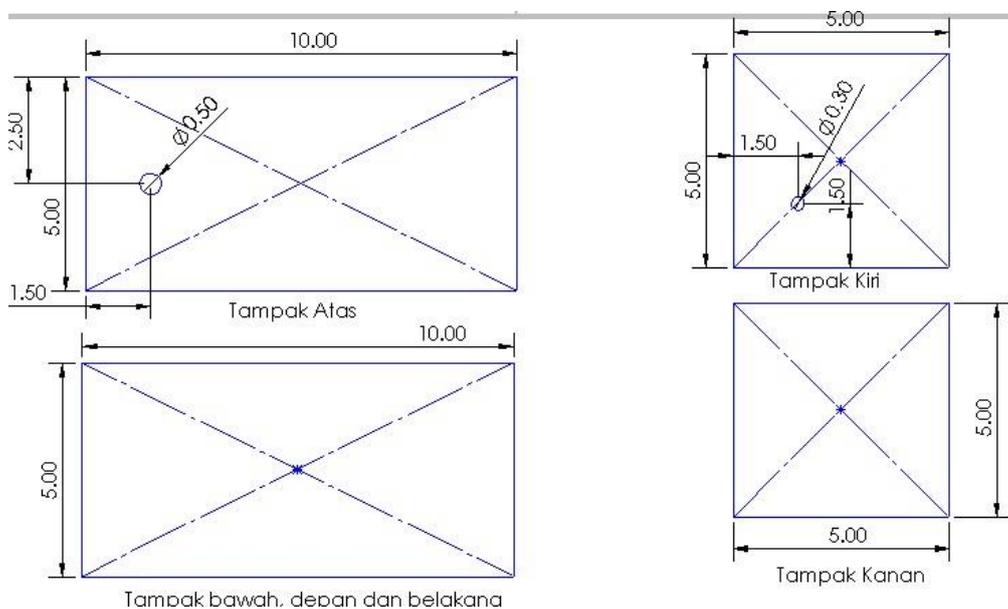
## 2. METODE

Dalam merancang tungku reheating ini sesuai dengan alir penelitian, supaya memudahkan dalam merumuskan setiap kegiatan yang dilaksanakan.



Gambar 1. Diagram alir perancangan

Metode perancangan diawali dengan membuat desain tungku *reheating* dan setelah melakukan desain maka akan mempersiapkan alat-alat dan bahan untuk lanjut ke proses pembangunan alat[2].



Gambar 2. Desain tungku skala 1:100

2.1 Alat dan bahan

Pembuatan tungku *Reheating* tentunya memerlukan alat-alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatannya, berikut ini alat dan bahan yang digunakan:

- Alat

Berikut alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan tungku *Reheating*.

Tabel 1. Alat

No.	Alat
1.	Gerinda potong
2.	Gerinda tangan
3.	Tang
4.	Mesin las
5.	Meteran
6.	Pensil
7.	kompresor
8.	Sekop

- Bahan

Berikut bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan tungku *Reheating*.

Tabel 2. Bahan

No.	Bahan
1.	Bata tahan api SK-34
2.	Semen mortar
3.	Semen <i>castable</i>
4.	Kawat
5.	Triplek dan kayu
6.	Besi beton 6mm
7.	Pipa besi

2.2 Pembangunan alat

Pembangunan alat adalah menyatukan seluruh komponen-komponen yang sudah disiapkan dan diukur sesuai perhitungan hingga menjadi satu-kesatuan alat yang siap untuk dipergunakan.

- Pembuatan mal

Sebelum pembuatan mal masuklah ke tahap pemotongan kayu dan triplek, mula-mula potong kayu dan triplek sesuai ukuran yang sudah ada. Setelah pemotongan selesai lakukan penggabungan material sesuai dengan desain yang telah direncanakan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Proses pembuatan mal

- Pemotongan besi beton  
Pemotongan besi beton bertujuan untuk membuat rangka yang sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan.
- Pembuatan rangka  
Dalam proses pembuatan rangka digunakan besi beton yang telah potong lalu rangkai menggunakan kawat besi, sesuai dengan proses pembuatan rangka yang telah direncanakan seperti gambar 3.



Gambar 3. Pembuatan rangka

- Pengelasan  
Pengelasan yang dilakukan tidak terlalu banyak, dalam pembuatan alat ini yang kita las adalah bagian pegangan yang berfungsi sebagai tempat pegangan untuk pengangkatan alat tersebut seperti gambar 4.



Gambar 4. Pengelasan

- Pemasangan bata dan rangka ke mal pengecoran  
Pemasangan bata tahan api dilakukan dengan hati-hati dan semen yang digunakan adalah semen tahan api (mortar). Untuk menyelaraskan pemasangan bata kita menggunakan benang dan juga menggunakan sendok semen yang ukuran kecil karena menimbang mal yang sempit, setelah pemasangan bata maka lanjut dalam pemasangan rangka[9].  
Pemasangan rangka pada mal pengecoran memiliki metode tersendiri, dalam pemasangannya tidak boleh berlebih ke kiri, ke kanan maupun ke atas dan ke bawah. Pemasangan rangka ini

harus terletak di tengah-tengah karena akan berpengaruh terhadap kekuatan tungkunya seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Pemasangan bata dan rangka

- Pengecoran

Proses pengecoran ini dilakukan dengan mengkomposisikan semen *castable*, pasir dan air. Komposisi tersebut harus diaduk dengan rata. Supaya tidak terjadi penggumpalan semen ataupun pasir yang tidak tercampur rata dengan semen yang akan berpengaruh pada kekuatan tungkunya seperti gambar 6[17].



Gambar 6. Pengecoran



Gambar 7. Pengeringan

- Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan setelah selesainya proses pengecoran, pengeringan ini bertujuan supaya pengecoran bisa kering sebelum digunakan dan bisa lanjut pada proses pengujian. Proses pengeringan ini memakan waktu lebih dari tujuh hari setelah proses pengecoran. Proses pengeringan dilakukan seperti gambar 7.

- Membuka mal

Setelah bahan cor mengering maka mal yang digunakan akan dibuka maka setelah dibuka akan terlihat hasil dari pengecoran sebelumnya.

- Pengujian alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat berfungsi dengan semestinya atau tidak dan menguji berapa maksimal temperatur yang dihasilkan dalam proses pembakaran.

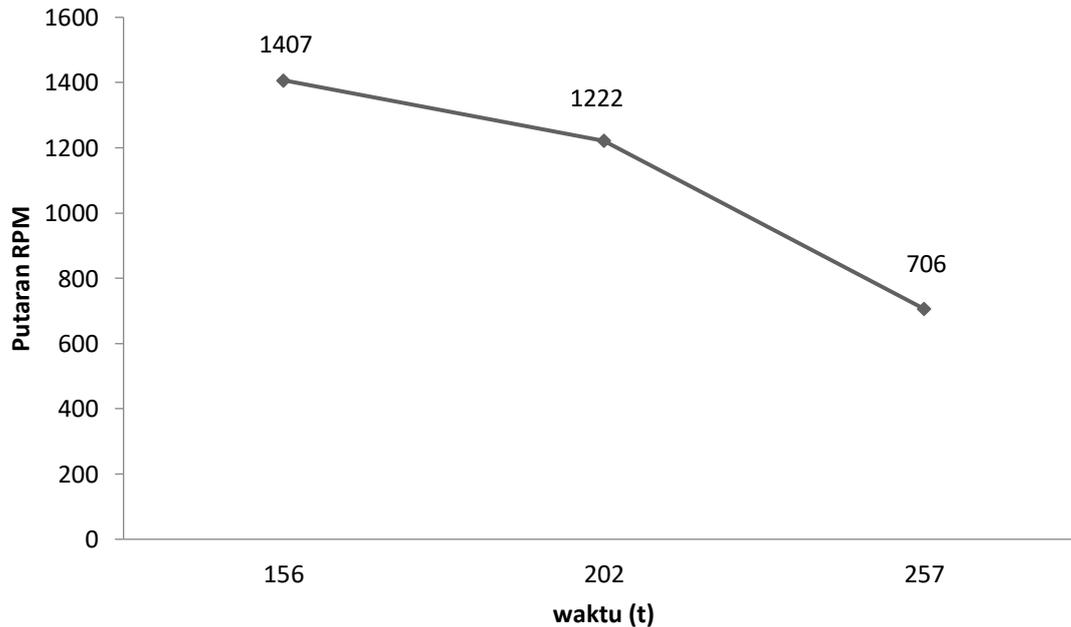
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akan didapat dalam proses pengambilan data. Cara pengumpulan data yaitu dengan menetapkan temperatur awal dan temperatur akhir, setelah itu kita akan menghidupkan kompresor lalu mencari berapa kecepatan motor pada kompresor dan waktu yang didapatkan selama temperatur awal mencapai temperatur akhir.

Tabel 3. Data

Pengujian	Temperatur (T) awal (°C)	Putaran (RPM)	Temperatur (T) akhir (°C)	Waktu t (detik)
1	104	706	300	257
2	104	1222	300	202
3	104	1407	300	156

Percobaan pada tabel 3 dilakukan pengujian sebanyak tiga kali dengan putaran pada kompresor yang berbeda. Sedangkan untuk temperatur awal ditetapkan pada temperatur 104°C dan temperatur akhir 300°C. Pengambilan data waktu akan dihitung pada saat temperatur awal sudah 104°C maka kompresor akan dihidupkan sampai temperatur akhir pada 300°C.



Gambar 8. Perbandingan putaran dan waktu

Pada gambar 8 didapatkan hasil bahwasanya semakin tinggi putaran motor maka semakin banyak tekanan udara pada kompresor yang masuk maka waktu yang dibutuhkan semakin sedikit untuk mencapai titik temperatur panas yang dibutuhkan. Pada tabel tersebut waktu yang dihasilkan dalam kecepatan putaran 706 rpm adalah 257 detik, kecepatan putaran 1222 rpm adalah 202 detik dan kecepatan putaran 1407 rpm adalah 156 detik dengan temperatur awal 104°C dan temperatur akhir 300°C. maka dapat disimpulkan semakin tinggi putaran kecepatan semakin cepat temperatur naik.

#### 4. SIMPULAN

Setelah melakukan pengujian tungku reheating portable disimpulkan bahwa tungku berhasil untuk mencapai temperatur lebih dari 300°C, sebagai alat pemanas untuk baja karbon rendah, material logam non ferro seperti aluminium, tembaga dan lainnya dalam proses reheating. Pengujian dilakukan dengan menetapkan temperatur awal 104°C dan temperatur akhir 300 °C. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan kecepatan kompresor yang berbeda yaitu 706 rpm, 1222 Rpm dan 1407 rpm, dengan kecepatan tersebut maka waktu yang dihasilkan untuk mencapai 300 °C pada kecepatan 706 rpm adalah 276 detik sedangkan pada kecepatan 1222 rpm adalah 202 detik dan kecepatan 1407 rpm adalah 156 detik jadi ketika kecepatan semakin tinggi maka waktu yang dibutuhkan dalam mencapai temperatur 300 °C semakin sedikit.

#### REFERENSI

- [1] A. Armila, "DENTINGAN PALU TEMPA PENGARAJIN PANDAI BESI SUNGAI PUAR MULAI SUNYI," *Rang Tek. J.*, vol. 1, no. 2, 2018, doi: 10.31869/rtj.v1i2.761.
- [2] A. Leman, T. Tiwan, and M. Mujiyono, "Tungku Krusibel dengan Economizer untuk Praktik Pengecoran di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY," *J. Din. VOKASIONAL Tek. MESIN*, vol. 2, no. 1, 2017, doi: 10.21831/dinamika.v2i1.13496.
- [3] Y. I. Supriyatna and A. Shofie, "Uji Performa Tungku Busur Listrik Satu Fase Skala Laboratorium Dalam Proses Pembuatan Ferromangan," *Pros. Semirata FMIPA Univ. Lampung*, 2013.
- [4] A. Rizal, Y. Samantha, and A. Rachmat, "PEMBUATAN TUNGKU PEMANAS (MUFLLE FURNACE) KAPASITAS 1200 Celcius," *J-ENSITEC*, vol. 2, no. 02, 2016, doi: 10.31949/j-ensitec.v2i02.301.
- [5] R. Rusadi, H. Hadimi, and E. Karyadi, "Desain Dan Pembuatan Dapur/Tungku Pemanas Untuk Kerajinan Pandai Besi Untuk Meningkatkan Kualitas Produk," *ELKHA*, vol. 10, no. 2, 2018, doi: 10.26418/elkha.v10i2.26330.
- [6] A. Arifah and S. Ruswanto, "Efek Post Weld Heat Treatment terhadap Sifat Mekanik AISI 316 Hasil Pengelasan GTAW," *J. Mek. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 81–87, 2020, doi: 10.32722/jmt.v1i2.3354.
- [7] W. A. Taqwim, P. Studi, T. Mesin, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "PENGARUH VARIASI SUHU PROSES ARTIFICIAL AGING 100°C 150°C 250°C TERHADAP KEKERASAN dan STRUKTUR MIKRO PADA ALUMINIUM PADUAN ( Al-Cu ) PENGARUH VARIASI SUHU PROSES ARTIFICIAL AGING 100°C 150°C 250°C TERHADAP KEKERASAN dan STRUKTUR MIKRO PADA ALUMINIUM PADUAN ( Al-Cu ) Willy Akhsani Taqwim," 2019.
- [8] F. Hendri, E. Joelianto, and A. Samsi, "Perancangan Sistem Kontrol Busur Listrik pada Tungku Peleburan Besi dan Baja Dengan Pengontrol Robas H<sup>â</sup>ž," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 6, no. 1, 2015, doi: 10.5614/joki.2014.6.1.5.
- [9] F. S. Irwansyah *et al.*, "Peleburan Kuningan Dengan Teknik Infiltrasi," *J. Zeolit Indones.*, vol. 9, no. 1, 2010.
- [10] D. Purwanto and R. A. Nasa, "PERANCANGAN TUNGKU PEMANAS DENGAN MENGGUNAKAN KANTHAL A1," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 22, no. 1, 2021, doi: 10.23917/mesin.v22i1.12462.
- [11] S. Nugroho and Y. Umardhani, "Karakterisasi Material Refraktori Basa Berbahan Dasar Magnesia ( MgO ) Guna Lining Tungku Induksi Pengecoran Baja Di PT. X Klaten," *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 2, 2011.

- [12] A. F. H. Mukhammad, D. Ariwibowo, Y. T. Syarifucin, M. A. Robbaanii, Z. Arifin, and Y. Yuliyanti, "PENGUJIAN AWAL KINERJA TUNGKU PENGECORAN LOGAM ALUMINIUM MATRIX COMPOSITE DENGAN BAHAN BAKAR GAS LPG," *ROTASI*, vol. 18, no. 4, 2016, doi: 10.14710/rotasi.18.4.110-116.
- [13] Minto, Sumarsono, Fajar Satriya Hadi, and Meriana Wahyu Nugroho, "RANCANG BANGUN TUNGKU PENGECORAN LOGAM ALUMINIUM," *Discov. J. Ilmu Pengetah.*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.33752/discovery.v5i1.663.
- [14] H. G. Dehsheikh, S. Ghasemi-Kahrizsangi, E. Karamian, and A. Nemati, "Recent Advancement in monolithic refractories via application of Nanotechnology ``A review Paper'',", *J. Nanoanalysis*, vol. 6, no. 1, pp. 1–20, 2019, doi: 10.22034/jna.2019.664385.
- [15] M. R. Rahmat, "Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment," *J. Ilm. Tek. Mesin Univ. Islam 45*, vol. 3, no. 2, pp. 133–148, 2015.
- [16] W. Xu *et al.*, "Effects of porosity on mechanical properties and corrosion resistances of PM-fabricated porous Ti-10Mo Alloy," *Metals (Basel)*, vol. 8, no. 3, 2018, doi: 10.3390/met8030188.
- [17] M. R. R. Razak, "Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment," *J. Ilm. Tek. Mesin Univ. Islam 45*, vol. 3, no. 2, 2015.