

Rancang Bangun Tanur Kupola Pelebur Logam Skala Laboratorium Dengan Metode Pahl And Beitz

Ayup Tri Andika^{a*}, Purwo Subekti^a, Saiful Anwar^a

Teknik Mesin, Universitas Pasir Pengaraian, Rambah Hilir, Kabupaten Rokan Hulu

INFO ARTIKEL

Histori artikel:
Tersedia Online Oktober 2023

ABSTRAK

Tanur kupola adalah dapur yang digunakan untuk melebur logam. Tanur kupola dapat dibuat berbagai ukuran mulai dari kupola mini hingga kupola dalam kapasitas besar. Dapur ini paling banyak digunakan di Indonesia, mengingkat kelebihannya yaitu, konstruksi kupola sederhana dan mudah dibuat, kemudia hampir tidak memerlukan pemeliharaan serta tanur dapat digunakan secara kontiniu. Tahapan perancangan ini mengikuti metode pahl and beitz bagan alur sebagai berikut : Fase perumusan tugas, Fase fungsional, Fase bentuk desain dan Fase hasil. model tanur dirancang dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi, dengan material dan dimensi yang bervariasi, dengan spesifikasi diameter mal 50 cm, diameter ruang baka 9 cm, tinggi ruang bakar 25 cm, kapasitas tanur 15 kg. Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan prototipe skala laboratorium yang mampu menghasilkan temperatur panas mencapai 1700 °C dengan volume ruang bakar 1.509,43 cm³ dengan kapasitas peleburan 4,5 kg/jam.

Kata kunci: Rancang bangun; Tanur kupola; Temperatur Panas

E – MAIL

ayupandika981@gmail.com

ABSTRACT

A cupola furnace is a furnace used to smelt metal. Cupola furnaces can be made in various sizes ranging from mini cupola to large capacity cupola. This kitchen is the most widely used in Indonesia, highlighting its advantages, namely, the cupola construction is simple and easy to make, then it requires almost no maintenance and the furnace can be used continuously. This design phase follows the Pahl and Beitz flowchart method as follows: task formulation phase, functional phase, design form phase and results phase. The furnace model is designed in 2 dimensions and 3 dimensions, with various materials and dimensions, with specifications of 50 cm mall diameter, 9 cm combustion chamber diameter, 25 cm combustion chamber height, 15 kg furnace capacity. This design aims to obtain a laboratory scale prototype capable of producing heat temperatures reaching 1700 oC with a combustion chamber volume of 1509.43 cm³ and a melting capacity of 4.5 kg/hour.

Keywords: Design; Cupola furnace; High Temperature

I. PENDAHULUAN

Tanur kupola adalah tanur yang digunakan untuk melebur besi tuang, dapur ini berbentuk silinder tegak, terbuat dari baja dan bagian dalamnya dilapisi dengan batu tahan api [1]. Kokas digunakan Sebagai bahan bakar, untuk susunan didalam tanur dilakukan oleh charging door. Dengan posisi saling bergantian antara koka dan logam, pengisian dilakukan terus menerus sampai bahan baku logam habis [2]. Terak akan mengapung di atas besi cair dan berfungsi sebagai pelindung hingga tidak bereaksi dengan

lingkungan di dalam kupola [3]. Disaat cairan logam banyak cairan logam akan dikeluarkan secara berkala. Penambahan bahan baku juga [4]. Untuk menghasilkan logam berkualitas tinggi, diperlukan pekerjaan pengecoran berkualitas tinggi [5]. Dapur ini paling banyak digunakan di Indonesia, mengingkat kelebihannya yaitu, konstruksi kupola sederhana dan mudah dibuat, kemudia hampir tidak memerlukan pemeliharaan serta tanur dapat digunakan secara kontiniu [6].

cara kerja tanur kupola hampir sama dengan tanur tinggi, hanya bahan bakunya yang berbeda, yaitu menggunakan besi bekas, besi kasar kelabu, kokas dan bahan tambah (batu kapur) [7]. Logam cair bersentuhan dengan bahan bakar dan dinding kupola yang terdiri dari batu tahan api sehingga terdapat kemungkinan kontaminasi. Hal ini akan mempengaruhi komposisi besi cor yang dihasilkan, oleh karena itu perlu pengendalian yang cermat. Konstruksi dapur kupola terdiri dari cerobong logam tegak yang dilapisi batu tahan api dibagian dalamnya. lubang tuyer yang terdapat dibagian bawah digunakan sebagai saluran lubang udara masuk [6]. Kupola bertumpu pada pelat alas dengan bentuk lingkaran [8]. Ujung atas kupola terbuka dan hanya tertutup oleh lempeng logam atau penahan bunga api. udara dihembus ke dalam kupola melalui tuyer yang umumnya dipasang dibagian bawah dapur, di atas pengumpul besi dan terak cair[9]. Fungsi tuyer ialah untuk meratakan sirkulasi udara agar pembakaran merata dan sempurna [10]. Jumlah tuyer tergantung pada kapasitas dan diameter kupola. Ada empat, delapan atau lebih. Luas penampang tuyer sekitar seperempat luas penampang kupola Kotak udara untuk pemasukan udara dipasang mengelilingi kupola dekat tuyer [11]. Kemudian terdapat saluran keluar logam cair dimana didesain agar saluran mampu menahan panas logam cair serta mampu mengalirkan logam cair [12]. Saluran logam ini berada sedikit di bawah lubang tuyer dan dibentuk dengan kemiringan $\pm 25^\circ$, hal ini bertujuan agar nantinya logam cair dapat mengalir dengan sempurna dan logam cair tidak mengeras didasar tanur yang menyebabkan kegagalan coran dikarenakan perbedaan tekanan suhu didalam tanur [13]. Tujuan dari penelitian ini adalah Menghasilkan rancangan tanur kupola skala Laboratorium dan menghasilkan *prototype* tanur kupola serta menganalisis temperature ruang peleburan tanur kupola [14].

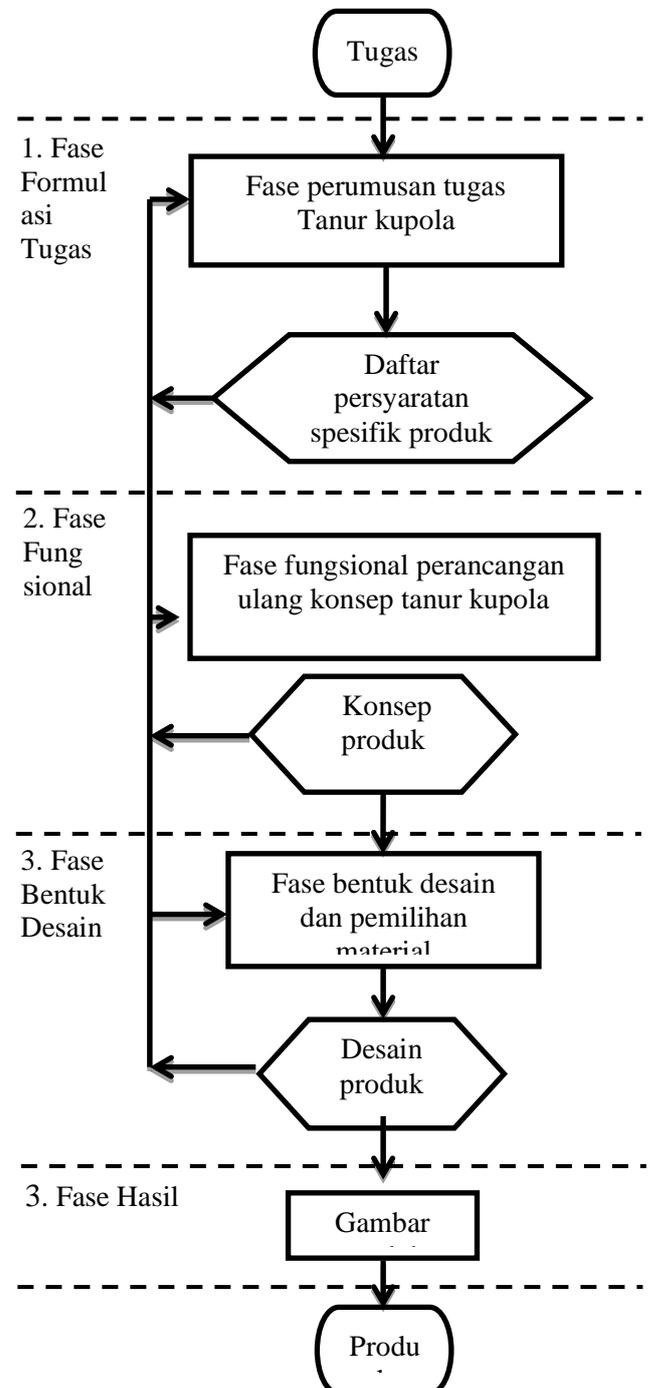
II. MATERIAL DAN METODE

2.1 Metode Penelitian

Metode dari penelitian ini menggunakan metode Pahl and Beitz dan pengujian menggunakan metode Eksperimental, dalam perancangan tersebut mengetahui sebuah rancangan yang akan diuji. Perancangan merupakan sebuah tahapan pertama untuk menerapkan sebuah produk yang akan diinginkan, setelah tahap pertama selesai maka tahap selanjutnya adalah membuat produk. Kedua tahapan bisa di terapkan oleh dua atau lebih, baik orang atau

kelompok dengan kemampuan yang dimiliki seseorang tersebut. Merancang produk akan dilakukan hingga bagian perancangan serta untuk membuat produk akan dilakukan oleh produksi. Tahapan merancang ditunjukkan Pahl and Beitz tersebut terdiri dari 4 fase, dan tahapan tersebut memiliki beberapa langkah, keempat fase tersebut ialah [15] :

1. Fase perumusan tugas.
2. Fase fungsional.
3. Fase bentuk desain.
4. Fase hasil.



Gambar 1 Diagram alir Pahl and Beitz [15]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fase perumusan tugas

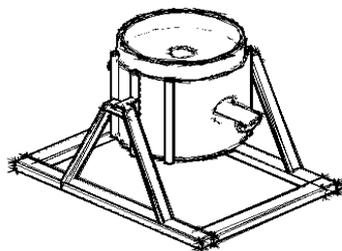
Berdasarkan tabel 3 maka diperoleh daftar persyaratan spesifikasi produk menggunakan varian 1 dimana bahan-bahan yang digunakan yaitu :

1. Dinding menggunakan Bata tahan api sk-34.
Pemilihan bata ini dikarenakan bata sesuai dengan kualitas produk yang diinginkan
2. Mal tanur menggunakan tong drum
Dasar pemilihan mal ini dikarenakan kesesuaian bentuk tong drum dengan rancangan produk tanur yaitu silinder
3. Sumber energi tanur yang menggunakan blower
Dasar pemilihan blower dikarenakan tekanan angin tinggi yang dihasilkan oleh blower
4. Bahan penyambung menggunakan elektroda
Dasar pemilihan elektroda dikarenakan ketahanan elektroda sebagai pengikat rangka tanur
5. Rangka tanur menggunakan besi kanal U UNP 5
Dasar pemilihan besi kanal u unp 5 dikarenakan ketahanan besi untuk menahan beban tanur
6. Plaster menggunakan semen super refractory castable C-17

Dasar pemilihan tanur ini dikarenakan ketahanan semen terhadap suhu yang mencapai 1700 OC, dimana ketahanan suhu semen sudah sesuai dengan kebutuhan produk.

3.2 Fase Fungsional

Berdasarkan spesifikasi produk hasil fase pertama, dicarilah beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi tersebut.

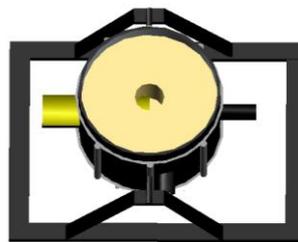


Gambar 2. sketsa tanur kupola

3.3 fase bentuk desain

Pada fase perancangan bentuk ini, konsep produk diberi bentuk, yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar sketsa masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersama menyusun bentuk produk, yang dalam gerakannya tidak saling

bertabrakan sehingga produk dapat melakukan fungsinya.



Gambar 3. Desain tanur kupola

3.4 Fase Hasil

Model tanur digambar pada aplikasi Software Autocad 2012, model tanur dirancang dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi, dengan material dan dimensi yang bervariasi, dengan spesifikasi diameter mal 50 cm, diameter ruang baka 9 cm, tinggi ruang bakar 25 cm, kapasitas tanur 15 kg, dengan kapasitas peleburan 4,5 kg/jam.



Gambar 4. Realisasi tanur kupola

3.5 Pengujian eksperimental

Pengujian tanur yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin yang menggunakan kokas sebagai bahan bakar dan menggunakan blok mesin kendaraan sepeda motor sebagai bahan baku hasil dari pengujian menunjukan hasil seperti pada table pengujian berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian tanur kupola

| No | Jumlah Logam (kg) | Jumlah Kokas (kg) | T.L (°C) | Waktu (jam) | Logam cair (kg) |
|----|-------------------|-------------------|----------|-------------|-----------------|
| 1 | 6 | 10 | 1.162 | 3.30 | 3,49 |

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilaksanakan dimana untuk meleburkan 6 kg blok mesin sepeda motor memerlukan 10 kg kokas dengan lama proses peleburan 3 jam 30 menit dimana untuk peleburan awal memerlukan waktu 2 jam 46 menit. Berdasarkan tabel pengujian maka diperoleh logam cair 3,49 kg dari 6 kg blok mesin yang di cairkan.



Gambar 5. Produk uji coba kupola pelebur logam

IV. KESIMPULAN

Model tanur digambar pada aplikasi Software Autocad 2012, model tanur dirancang dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi, dengan material dan dimensi yang bervariasi, dengan spesifikasi diameter mal 50 cm, diameter ruang baka 9 cm, tinggi ruang bakar 25 cm, kapasitas tanur 15 kg. Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan prototipe tanur yang mampu menahan temperatur panas mencapai 1700 °C dengan volume ruang bakar 1.509,43 cm³. Dari perhitungan dan pengujian dapat disimpulkan untuk mencairkan blok mesin temperature peleburan dalam tanur mencapai suhu 1162 °C kemudian setelah penuangan logam cair suhu ruang bakar turun menjadi 520 °C dari pengujian di dapatkan efisiensi tanur yaitu 66,61% dengan kapasitas peleburan 4,5 kg/jam

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini, terutama pada Bapak Heri Suropto MT selaku dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian, yang telah memberikan pencerahan ilmu pengetahuan tentang tata cara pembuatan artikel

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Y. Ochejah, O. Cyril, I. F. Omaone, A. F. Ogwudubi, and O. A. Onakemu, "Cupola Furnace Design and Fabrication for Industrial Development", *Int. J. Sci. Adv.*, vol. 2, no. 2, pp. 102106, 2021, doi: 10.51542/ijscia.v2i2.3.
- [2] J. M. Montenegro-Cooper, M. Celemín-Matachana, J. Cañizal, and J. J. González, Study of the expansive behavior of ladle furnace slag and its mixture with low quality natural soils, *Constr. Build. Mater.*, vol. 203, pp. 201-209, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.040.
- [3] C. P. Mititelu, M. Hritac, and V. Rucai, "Processing of Ferrous Oxide Waste By Reducing Melting in Cupola Furnace", *Bull., Ser. B*, vol. 81, 2019.
- [4] P. Tungku *et al.*, "Tugas akhir," 2019.
- [5] Ayup Tri Andika, Article Review: "Analisis

Jenis-Jenis Teknik Pegecoran Logam Berdasarkan Jenis Cetakannya," *ENOTEK J. Energi dan Inov. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1720, 2022, doi: 10.30606/enotek.v1i2.1272.

- [6] F. Wikipedia, "Cupola furnace," *wikipedia*, vol. 8, pp. 46, 2022.
- [7] P. Name *et al.*, "Rancang Bangun Tungku Reheating Portable Untuk Proses Forging Pada Laboratorium Teknologi Material Rudi Kurniawan Arief 2738 Words Crossref Posted Content database Excluded from Similarity Report Manually excluded sources Rancang Bangun Tungku Reheating Portable Untuk Proses Forging Pada Laboratorium Teknologi Material Design of Portable Reheating Furnace for Forging Process in Material Technology Laboratory", 2023.
- [8] L. Finkewirth, A. Abdelshafy, and G. Walther, "A comparative environmental assessment of the cast iron and steel melting technologies in Germany", vol. 29, 2022.
- [9] H. A. Fidvi and A. M. Langde, "Dually operated control cupola furnace with maintaining constant air blast for improving production gain of iron," *Int. J. Mechatronics Appl. Mech.*, vol. 2, no. 8, pp. 165-176, 2020, doi: 10.46300/9102.2020.14.19.
- [10] J. Lacaze, S. Dawson, and A. Hazotte, "Cast Iron: A Historical and Green Material Worthy of Continuous Research," *Int. J. Technol.*, vol. 12, no. 6, pp. 1123-1138, 2021, doi: 10.14716/IJTECH.V12I6.5235.
- [11] V. S. Vanjara, Y. B. Shah, H. J. Parmar, C. Engineering, and D. Gmfc, "A Review Paper On Cupola Slag Waste As A Partially Replacement In Course Aggregate In Concrete," pp. 1118-1120, 2019.
- [12] H. Hendaryati and M. I. Mamungkas, "Pengaruh Tipe Saluran Pegecoran Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Aluminium Al 6061 Dengan Metode Sand Casting," *Rotor*, vol. 14, no. 2, p. 43, 2021, doi: 10.19184/rotor.v14i2.22086.
- [13] Z. Degu, "Cupola Furnace Design and Fabrication," vol. 10, 2021.
- [14] A. Shrigondekar and P. Ullagaddi, "A Review on Improving Bearing Capacity of Soil by Effective Use of Geosynthetic Reinforcement", vol. 87. 2021.
- [15] K.-H. G. Gerhard Phal, Wolfgang Beitz, Jorege Feldhusen, "Engineering Design Approach, A Systematic". 2007.