



Rancang Bangun dan Pengujian Oven Pemanas Baja Kapasitas 1200°C

Afrizal^{1✉}, Yayan Arifin²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian^(1,2)

DOI: 10.31004/jutin.v7i3.29206

✉ Corresponding author:
[ijalupp@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Oven,
thermocopel,
glass wholl,
heater

Oven pemanas adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (*rolling*/penggulungan, pemanasan) atau merubah sifat-sifat (*perlakuan panas*). Bisa disebut juga sebagai oven atau klin. Tranfer energi pada oven terjadi dalam tahapan pembangkitan energi panas oleh elemen *heater* yang energinya disuplai dari listrik. *Heat treatment* ini dirancang dengan material yang dapat menahan suhu 1200°C. Perancangan oven pemanas material baja *heat treatment* ini sebagai sarana untuk melakukan praktikum pelakuan panas. Hasil pembuatan oven ini meliputi rangka, dinding bagian dalam, dinding luar atau casing, pintu. Oven pemanas baja ini didukung oleh komponen-komponen *coil heater* berbentuk *spiral*, *thermocopel* (sensor suhu), *glass wholl*, *temperature digital control*, *timer control*. Mesin ini menggunakan rangka besi hollow 3 x 3 cm dengan daya listrik 6000 watt. Jumlah *heater* yang digunakan 1 batang *heater* dengan ukuran panjang 200 cm dan diameter luar 9,64 mm. Ukuran oven yang direncanakan dengan panjang, 44 cm, lebar 42 cm, dan tinggi 38 cm.

Abstract

Keywords:

Oven,
thermocopel,
glass wholl,
heater

Heating ovens are equipment used to heat up materials and change their shape (stretching, heating) or changing properties (heating). Can also be called an oven or Klin. Transferring energy to the oven occurs in the stage of generation of heat energy by a heating element whose energy is supplied from electricity. This heat treatment is designed with materials that can withstand temperatures of 1200°C. The design of heat treatment steel heaters as a means to conduct heat treatment labs. The results of making these ovens contain skeletons, inner walls, outer walls or casings, doors. This steel heater oven is supported by spiral coil heating components, thermocouple (temperature sensor), glass wholl, digital temperature control, timer control. This machine uses a 3 x 3 cm hollow iron frame with 6000 watts of electricity. The number of heaters used is 1 heating rod with a length of 200 cm and an outer diameter of 9.64 mm. The size of the oven is wide, 44 cm, width 42 cm, and height of 38 cm.

1. INTRODUCTION

Perlakuan yang diberikan pada logam diantaranya adalah perlakuan panas atau *Heat Treatment*. *Heat Treatment* (Perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur mikro logam dengan jalan memanaskan spesimen dalam oven pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu. Setelah dilakukan perlakuan panas, selanjutnya dilakukan pendinginan dengan media pendingin tertentu, misalnya media pendingin air, oli, dan solar yang mempunyai kecepatan pendinginan yang berbeda. sehingga sifat fisiknya dapat diubah sesuai dengan yang diinginkan.

Untuk proses perlakuan panas pada material baja tersebut diperlukan metode atau alat bantu yang dapat mendukung proses perlakuan panas. Oven Pemanas adalah alat bantu yang dapat mendukung proses perlakuan panas. Oven pemanas *Heat Treatment* ini dirancang dengan material yang dapat menahan panas dengan suhu 1200 °C. Dengan suhu yang dapat diatur sesuai keinginan pada saat dilakukannya pengujian perlakuan panas baja dilakukan, Sehingga memudahkan pengujian perlakuan panas material baja.

Perancangan oven pemanas material baja *Heat Treatment* ini sebagai sarana untuk melakukan praktikum perlakuan panas logam oleh Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian. Sehingga dapat mengetahui logam yang dipanaskan pada suhu tertentu dan dengan media pendingin yang berbeda akan merubah struktur mikro logam tersebut. Dengan ukuran geometrik Panjang 44 cm ; Lebar 42 cm ; Tinggi 38 cm. Mengingat pada saat ini Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian belum mempunyai oven *Heat Treatment* sebagai alat bantu pada proses perlakuan panas.

Prinsip Kerja Oven Pemanas Baja

Oven pemanas adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (*rolling* / pengulungan, pemanasan) atau merubah sifat-sifat (perlakuan panas). Bisa disebut juga sebagai oven atau *klin*. Tranfer energi pada oven terjadi dalam tahapan pembangkitan energi panas oleh elemen *heater* yang energinya disuplai dari listrik. Dimana dalam hal ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi panas. *Heater* yang digunakan bervariasi mulai dari kapasitas pemanas 300°C -1800°C.

Logam besi dan baja memiliki sifat yang kuat dan ulet, karena sifatnya yang demikian itu maka sangat cocok digunakan sebagai bahan konstruksi mesin. Untuk mendapatkan sifat-sifat logam yang dikehendaki, kita bisa menggunakan metode perlakuan panas (*heat treatment*). Pada metode ini *specimen* uji dipanaskan terlebih dahulu pada suhu pemanasan tertentu hingga mencapai titik trekritisasinya, Dengan menggunakan media pendingin air, oli dan udara. *Quenching*, *Annealing*, *Normalizing* merupakan aplikasi dari proses perlakuan panas (*heat treatment*).

Bahan Refractory

Refractory mortar berfungsi untuk mengikat satu bata dengan bata lainnya dan membentuk lapisan penutup pada sambungan. Setiap *mortar* memiliki sifat sendiri-sendiri, seperti perpaduan, kekuatan, ketidak tembusan, sifat plastis, dan kestabilan isi (*volume stability*). Pemakai harus mengingat akan kecocokan mortar apakah material *refractory* akan tahan terhadap slag, logam cair dan kondisi atmosfer yang dihadapinya. *Refractory mortar* harus sedekat mungkin dengan bata *refractory* yang akan digunakan, baik dari segi komposisi maupun sifat fisika, kimia dan termal. Contohnya *mortar silika* harus dipakai untuk bata *refractory silika*, dan *fireclay* harus dipakai untuk bata *refractory fireclay* atau campuran *chrome* dipakai untuk bata *refractory* basa. Ada dua jenis pengikatan (*setting*) mortar yaitu *air setting* (udara) dan *heat setting* (panas).

Mortar air setting akan membentuk suatu ikatan yang kuat tanpa dipanaskan, sedangkan *mortar heat setting* memerlukan pemanasan untuk menghasilkan suatu ikatan. Kedua jenis mortar ini tersedia dalam dua bentuk yaitu bentuk kering maupun basah. *Mortar* kering mudah disiapkan dengan menambahkan air atau pun bahan pengikat lainnya. Perubahan temperatur yang cepat akan menyebabkan terdeformasi dan rontoknya (*spalling*) lapisan *refractory*. Untuk kondisi operasi yang berat dalam waktu yang lama penggunaan *refractory* monolitik lebih menguntungkan.

1. Refractory Basa

Istilah *refractory* basa adalah penggolongan *refractory* secara umum yang bahan bakunya terbuat dari oksida-oksida yang bersifat basa, atau yang penggunaannya dalam lingkungan kondisi operasi basa. Alasan dari penggunaan *refractory* basa, antara lain karena kemampuan operasinya pada temperatur tinggi dan memiliki

ketahanan terhadap slag basa, tahan terhadap korosi, memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Magnesia (MgO) merupakan unsur yang utama dari kelompok *refractory* basa. Oleh karena itu *refractory* yang mengandung banyak magnesia termasuk ke dalam kelompok basa, umumnya terdapat jenis-jenis dari *refractory* basa yaitu *magnesia* (MgO), *magnesia-chrome*, *magnesia-spinel*, *magnesia-carbon*, *dolomite*. Penggunaan *refractory* basaterdapat pada tungku busur listrik, tungku sembur oksigen, hot metal car, dan lain-lain.

2. *Refractory* Alumina Tinggi

Refractory alumina tinggi (Al₂O₃) memiliki kandungan alumina di atas 47,5% hal ini sesuai menurut standar ASTM dan digunakan temperatur operasi mencapai 2050 °C. Beberapa kelompok *refractory* yang lain adalah mullite, alumina-chrome, alumina-carbon. Produk *refractory alumina* tinggi dengan kandungan alumina antara 70%-78% dimana fasanya adalah mullite termasuk kategori *refractory mullite* alumina tinggi. *Refractory* jenis ini memiliki ketahanan spalling yang sangat baik dan ketahanan pembebanan yang tinggi. Penggunaan *refractory* alumina biasanya terdapat pada tungku peleburan baja, besi cor, keramik, kaca, *rotary klin* dan lain-lain.

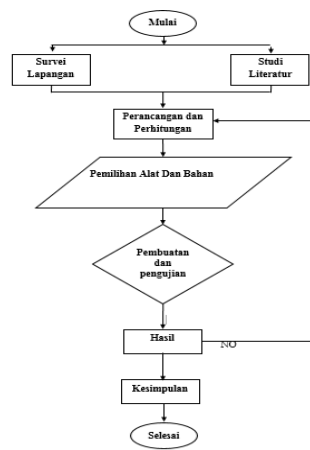
3. *Refractory Mortar*

Refractory castable adalah jenis *refractory monolitik* yang pemakaiannya makin meluas dan fleksibel. *Refractory castable* tersusun dari bahan *refractory* berupa agregat atau samot yang ukuran butir dan distribusi butirannya bervariasi dan bahan perekat berupa semen kalsium alumina dengan atau tanpa ditambah aditif. Dalam campurannya dengan air, semen alumina dan castable akan mengikat partikel-partikel agregat secara bersama dalam ikatan hidrolis yang mengeras pada suhu ruang membentuk beton *refractory*. Adapun sisi lain bahan perekat seringkali memiliki ketahanan api yang lebih rendah, kekuatan mekanisnya lebih lemah dan tidak sangat stabil pada temperatur kerja. Dalam pemakaiannya sekarang, penggunaan semen alumina diminimalisir dengan tujuan agar pengaruh adanya C₂O dalam semen dapat dihilangkan, utamanya untuk castable temperature tinggi. Sedangkan grog atau butiran kasar umumnya merupakan material yang telah mengalami proses kalsinasi (pemanasan suhu tinggi) dengan baik, memiliki kekerasan yang tinggi, stabilitas volume yang baik.



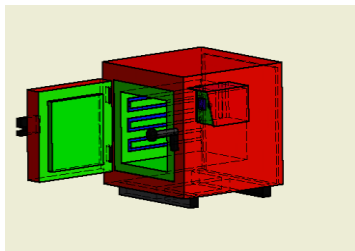
Gambar 4. *Refractory Castable*

2. METHODS

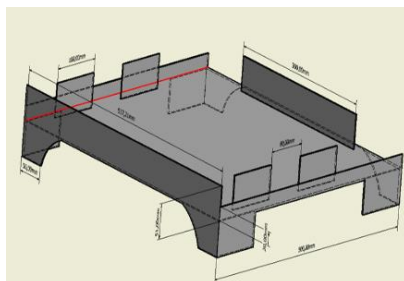


Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

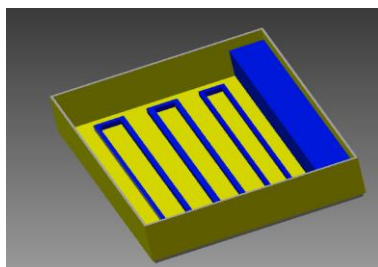
2.1 Desain Oven Pemanas Baja



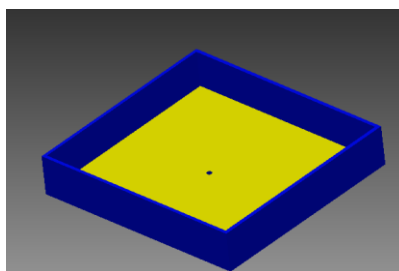
Gambar 9. Oven Pemanas Baja



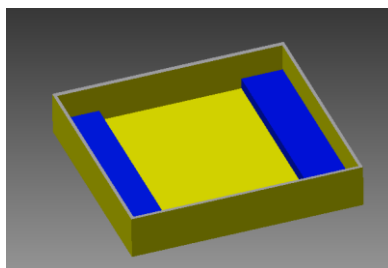
Gambar 10. Rangka mal bagian bawah



Gambar 11. Dinding kanan & kiri tempat heater



Gambar 12. Dinding bagian belakang



Gambar 13. Dinding bagian atas

3. RESULT AND DISCUSSION

Perhitungan Volume Oven

Perhitungan Volume Bagian Dalam Oven

Volume ruangan oven dapat dihitung menggunakan pers 1.1.

Dimana Panjang 0.35 m, Lebar 0.24 m, Tinggi 0.24 m.

Volume ruangan oven = $0.35 \text{ m} \times 0.24 \text{ m} \times 0.24 \text{ m}$

Volume = 0.02016 m^3

Perhitungan Volume bagian luar Oven

Dimana Panjang 0.42 m, Lebar 0.44 m, Tinggi 0.40 m.

Volume ruangan oven = $0.42 \text{ m} \times 0.44 \text{ m} \times 0.40 \text{ m}$

Volume = 0.0739 m^3

Perhitungan Luas Permukaan Dinding Oven

Perhitungan Luas Dinding Bagian Dalam

a. Kiri Dan Kanan

Panjang : 0.35 m

Tinggi : 0.24 m

Luas = $0.35 \text{ m} \times 0.24 \text{ m} = 0.084 \text{ m}^2$

Luas dinding kiri dan kanan adalah : $0.084 \text{ m}^2 \times 2 = 0.168 \text{ m}^2$

b. Atas Dan Bawah

Panjang : 0.35 m

Lebar : 0.24 m

Luas = $0.35 \text{ m} \times 0.24 \text{ m} = 0.084 \text{ m}^2$

Luas dinding atas dan bawah adalah : $0.084 \text{ m}^2 \times 2 = 0.168 \text{ m}^2$

c. Belakang

Tinggi : 0.24 m

Lebar : 0.24 m

Luas = $0.24 \text{ m} \times 0.24 \text{ m} = 0.0576 \text{ m}^2$

Jadi Luas keseluruhan dinding bagian dalam adalah : $0.168 \text{ m}^2 + 0.168 \text{ m}^2 + 0.0576 \text{ m}^2 = 0,393 \text{ m}^2$

Perhitungan Luas Dinding Bagian Luar

a. Kiri Dan Kanan

Tinggi : 0.40 m

Lebar : 0.42 m

Luas = $0.40 \text{ m} \times 0.42 \text{ m} = 0.168 \text{ m}^2$

$0.168 \text{ m}^2 \times 2 = 0,336 \text{ m}^2$

b. Atas

Panjang : 0.44 m

Lebar : 0.42 m

Luas permukaan = $0.44 \text{ m} \times 0.42 \text{ m} = 0.185 \text{ m}^2$

c. Belakang

Tinggi : 0.40 m

Lebar : 0.42 m

Luas = $0.40 \text{ m} \times 0.42 \text{ m} = 0.168 \text{ m}^2$

Jadi luas keseluruhannya adalah : $0.336 \text{ m}^2 + 0.185 \text{ m}^2 + 0.168 \text{ m}^2 = 0,689 \text{ m}^2$

Perhitungan luas pintu oven

Panjang : 0.33 m

Lebar : 0.33 m

Luas oven : $P \times L = 0.33 \times 0.33 = 0.109 \text{ m}^2$

Perhitungan Kalor Pada Oven Pemanas Baja

Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi

Besar Energi yang panas pada oven pemanas baja dapat dihitung dengan menggunakan (pers 2.13).

Dimana volume ruang 0.02016 m^3 , dan emisivitas (e) bahan dinding semen $0.45 \text{ W/ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ diambil dari tabel

2.1 dengan suhu 1000°C . , $\sigma : 5,67 \times 10^{-8}$, $T : (1000^\circ\text{C} + 273) = 1273\text{K}$,

$$Pr = e\sigma AT^4 \quad Pr = 0,45 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,02016 \times 1273^4$$

$$Pr = 1350,82 \text{ Watt}$$

Maka laju kalor yang di pancarkan sebesar 1350,82 Watt

3.3.2 Tahanan Thermal

Tahanan thermal pada ruang oven penetas dapat tentukan menggunakan (per 2.2). Dimana $Pr : 1350,82$ Watt, $\Delta T = 976^\circ C + 273 = 1249^\circ K$

$$R = \frac{\Delta T}{Pr} \qquad R = \frac{1249}{1350,82}$$

$$R = 0,924^\circ K/w$$

Maka tahanan thermalnya adalah 0,924 °K/w.

Kapasitas Kalor

Dari tabel 2. diketahui kalor jenis baja 450 joule/kg°C

Untuk mencari Kapasitas kalornya bisa menggunakan (per 2.10). Dimana : $m = 0,364$ kg dan $c = 450$ Joule/kg°C

$$C = m.c \\ = 0,364 \times 450 \\ = 163,8 \text{ J/}^\circ C$$

Banyak kalor yang dibutuhkan yaitu, dimana $m = 0,364$ kg , $c = 450$ J/°K, dan $\Delta T = (1000^\circ C - 24^\circ C) = 976^\circ C = 1249 K$

$$Q = m.c. \Delta T \\ = 0,364 \times 450 \times 1249 \\ = 204,586.2 \text{ Joule}$$

3.1.1 Energi Listrik

Sebelum mencari energi listrik , pertama mencari nilai hambatan menggunakan pers. 2.11 , dimana $V = 220$ volt , $I = 10$ A

$$R = V/I \\ = 220 / 10 \\ = 22 \Omega$$

Untuk Perhitungan Daya Listrik Heater Pada Oven Pemanas Baja

Daya Listrik Heater yang Diperlukan Untuk Mencapai Suhu 1000°C.

mencari energi listrik dapat menggunakan pers.2.12 . dimana Kapasitas kalor (C) = 163,8 J/°K , $T = (1000^\circ C + 273) = 1273 K$

$$P = \frac{C.T}{R} \\ = \frac{163,8 \times 1273}{22} \\ = 9.478,08 \text{ Joule}$$

Untuk mencari nilai daya listrik heater mencapai suhu yang di inginkan bisa menggunakan (pres 2.3). Dimana waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu dari 24°C ke 1000°C adalah selama 95 menit (1,58 jam).

$$W = \frac{P}{t} \\ W = \frac{9.478,06 \text{ Joule}}{1,58 \text{ jam}}$$

$$W = 5.998,77 \text{ watt}$$

Jadi nilai dari daya listrik yang diperlukan dari suhu 24°C untuk mencapai suhu 1000 °C adalah 6000 watt.

Hambatan listrik

Besar hambatan listrik pada *heater* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6, dimana diameter = 9,64 mm, Maka besar hambatan listriknya adalah :

Langka pertama : hitung luas penampang ,karena suatu kawat memiliki luas penampang berbentuk lingkaran.

$$\begin{aligned} A &= \pi.r^2 \\ &= 3,14 \times 4,82^2 \\ &= 72,94 \text{ mm} \\ &= 0,072 \text{ m} \end{aligned}$$

Langkah kedua jika luas penampang sudah diketahui

$$\begin{aligned} R &= \frac{\rho \times l}{A} \\ &= \frac{0,175 \times 2}{0,072} \\ &= 5 \Omega \end{aligned}$$

Perhitungan Energi Panas Yang Dihasilkan Elemen Pemanas

Besarnya energi listrik yang diubah menjadi energi panas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 dimana daya listrik yang digunakan oleh satu elemen pemanas adalah sebesar 5000 watt, dan jika elemen pemanas digunakan selama 1 jam, maka besar energi yang dihasilkan oleh elemen pemanas pada kedua dinding oven adalah :

$$W = Q$$

$$W = P.t$$

$$W = 5000 \text{ watt} \times 3600 \text{ second}$$

$$W = 18.000.000 \text{ joule (18.000 KJ)}$$

Hasil Pengujian Oven Pemanas

NO	Temperatur Ruang Bakar (°C)	Waktu	Temperatur Dinding Luar (°C)
		Menit	
1	24	0	24
2	270	5	
3	330	10	
4	625	15	
5	655	20	
6	680	25	
7	701	30	
8	725	35	
9	750	40	
10	775	45	
11	800	50	
12	825	55	
13	845	60	
14	870	65	
15	890	70	
16	910	75	
17	935	80	
18	965	85	
19	985	90	
20	1000	95	

4. CONCLUSION

Dari hasil perhitungan perencanaan Oven pemanas baja dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ukuran Geometris oven pemanas baja panjang : 44 cm, lebar : 42, Tinggi : 38 cm.
2. Dari pemilihan bahan yang dilakukan dapat diketahui bahwa :
Bahan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :
a) Dinding bagian dalam berbahan semen *refactory castabel*.
b) Bahan isolasi panas yang digunakan adalah *Glass wholl*.

- c) Dinding cover bagian luar berbahan plat 2mm
- d) *Heater* yang digunakan adalah coil heater sepiral power 5000 watt Panjang 103cm, size 9,64mm
- e) Sensor suhu yang digunakan adalah *thermocouple*
- f) Dan untuk membaca nilai output suhu digunakan temperatur controle digital.
- g) Pengatur waktu pemanasan menggunakan timer control digital otomatis

3. Kapasitas oven

Dari perhitungan yang dilakukan dapat diketahui bahwa

Volume ruangan oven sebesar 0.02016 m^3 dari perhitungan daya listrik yang dilakukan dapat diketahui bahwa :

Dimana 1 panjang heaternya berdaya 5000 watt. Jadi daya listrik heater adalah $2200 \cdot 2166.64 \text{ watt}$.

Waktu yang dibutuhkan mencapai suhu 1000°C adalah 1.58 jam

5. REFERENCES

- Azarudin ST, Oven Pengering batu Bata .Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian.2017.
- Herman Susanto Perancangan oven pengering batu bata . Teknik Mesin Universitas Pasir pengarain.
- Muhammad Rais Rahmad. Perancangan dan pembuatan tungku heatreatment . Teknik Mesin Universitas Islam . 2019
- M .Husna Al Hasa. Pengaruh Temperatur *Heat-Treatment* terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Paduan Al-Fe-Ni Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir batam . 2019
- Surdia, Tata dan Shinroku Saito. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradya Paramita, 1992.
- Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradya Paramita, 2006.
- Prayitno, Dody. Teknologi Rekayasa Material. Jakarta: 2010
- Saeful Hidayat Pengaruh Pada Ingot Baja Tahan Karat Austenit Yang Mengandung Unsur Ti dan Terhadap struktur micro ses Rol Terhadap Kekerasan Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri – BATAN.
- Sanawan, Rohim dan Rohim Suratman, Pengelasan Logam. Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- Rizal, Yose, and Heri Suropto. "Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Sifat Kekerasan Pada Roda Gigi Depan Sepeda Motor." *ENOTEK: Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi* 2.01 (2022): 6-9.
- Aprizal, Arif Rahman Saleh. "Uji Prestasi Motor Bakar Bensin Merek Honda Astrea 100 CC." (2016).
<https://jurnal.unma.ac.id/index.php/JE/article/viewFile/301/280>
- <https://media.neliti.com/media/publications/97884-ID-perancangan-dan-pembuatan-tungku-heat-tr.pdf>