

Analisa Teknik Dan Biaya Pembuatan *Elektrik Furnace* Berkapasitas 7000 Watt

Azes Tri Harianto¹, Ali Akbar², Yasinta Sindy Pramesti³
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: azistriharianto@gmail.com

Abstrak – Dalam merancang alat *elektrik furnace* memerlukan perhitungan biaya, dengan mengetahui analisa perhitungan biaya pembuatan maka dengan mudah dapat memilih bahan baku, oleh karena itu berusaha mencari material yang memiliki sifat dan karakteristik yang baik berdasarkan analisa perhitungan biaya yang tepat sehingga memudahkan mahasiswa selanjutnya dalam pembuatan *Elektrik Furnace*. Dari latar belakang permasalahan tersebut penulis menganalisa teknik dan biaya pembuatan alat *Elektrik Furnace* yang efisien, dari prancangan ini memilih baja ST 37 pada bagian kerangka karena memiliki kekuatan yang baik dan mampu menahan beban komponen. Bahan refraktori ini berfungsi sebagai tatakan tempat nikelin, dan pelapisan dinding untuk menahan panas agar panas pada dalam ruangan *Furnace* benar-benar tidak mengalami kerugian, dan dikarenakan bahan ini dapat mempertahankan kekuatan pada suhu yang tinggi. Alat *Furnace* ini mampu mencapai suhu sebesar 1200 °C dengan waktu 51 menit, pada dinding *Furnace* mampu menahan panas sehingga tidak keluar atau terdapat radiasi oleh panas yang dihasilkan pada ruang dalam *Furnace*. Total pembuatan *Furnace* ini memakan harga yang lebih ekonomis dibanding dengan harga luar. Alat *Elektrik Furnace* ini jika di pasarkan harganya lebih murah dibandingkan dengan harga di pasaran lainnya dengan spesifikasi yang hampir sama.

Kata Kunci — biaya pembuatan, ekonomi teknik, *furnace*

1. PENDAHULUAN

Mengingat luasnya aplikasi penggunaan *Elektrik Furnace* memerlukan perhitungan biaya pembuatan tentang pembuatan *Elektrik Furnace*, dengan mengetahui analisa perhitungan biaya pembuatan maka dengan mudah kita dapat memilih bahan untuk suatu konstruksi, oleh karena itu kita berusaha mencari material yang memiliki sifat dan karakteristik yang baik berdasarkan analisa perhitungan biaya yang tepat sehingga memudahkan mahasiswa selanjutnya dalam pembuatan *Elektrik Furnace*.

Dari latar belakang permasalahan tersebut penulis menganalisa teknik dan biaya pembuatan alat *Elektrik Furnace* yang efisien, yang dirancang untuk memudahkan mahasiswa atau orang peneliti. Dimana *Furnace* sebagai perlakuan logam mempermudah mahasiswa maupun ahli logam untuk mengoptimalkan sifat mekanis dari logam paduan dengan melakukan praktikum dan penelitian tentang *Annealing, Hardening, Tempering, dan Quenching* dengan perlakuan logam menggunakan *furnace*. Kebutuhan teknologi yang semakin maju, menuntut berkembangnya sistem kendali yang handal. Sistem kendali yang baik sangat diperlukan dalam meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Sebagai contoh, otomatisasi dalam bidang industri yaitu proses pemanasan pada *Furnace*. *Elektrik Furnace* atau tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin (*casting*) atau untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya *rolling/penggulungan, penempaan*) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas).

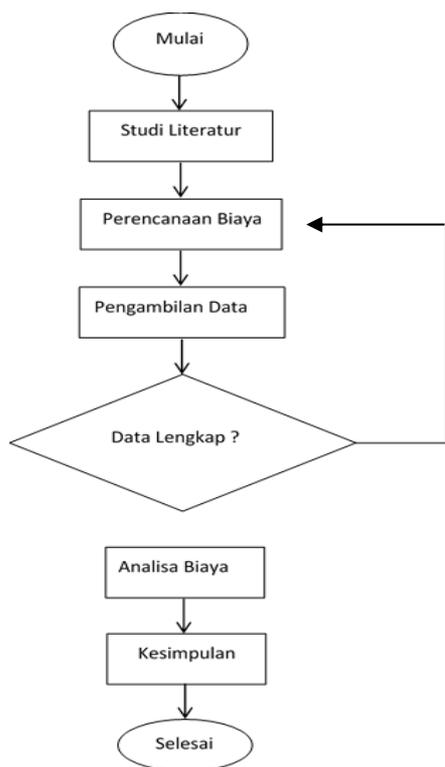
Analisis biaya manfaat (*Cost Benefit Analysis*) adalah pendekatan untuk rekomendasi kebijakan yang memungkinkan analisis membandingkan dan

menganjurkan suatu kebijakan dengan cara menghitung total biaya [5].

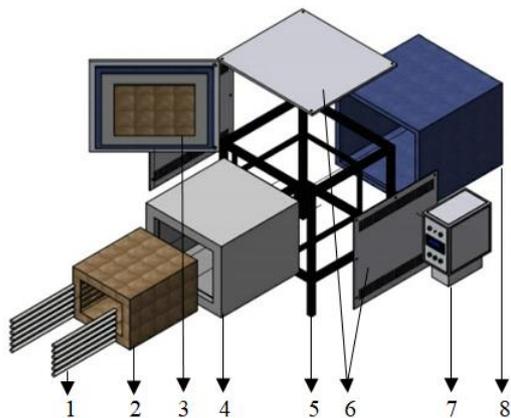
Untuk mendapatkan material yang baik harus mengetahui segala hal mengenai karakteristik struktural atau susunan dari logam atau paduan logam yang akan dipakai atau digunakan pada industri-industri atau untuk keperluan lainnya. Dengan mengetahui karakteristik susunan atau struktur dari suatu logam maka dengan mudah kita dapat memilih bahan untuk suatu konstruksi tertentu. Dengan melakukan pengujian metalografi maka dapat dilakukan berbagai jenis perubahan pada suatu material setelah mengetahui karakteristiknya. Maka tidak dapat dipungkiri bahwa pengujian metalografi sangat berperan bagi dunia industri. Oleh karena itu kita harus berusaha mencari material yang memiliki sifat dan karakteristik yang baik [3].

Proses perlakuan panas adalah upaya meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja dengan cara memanaskan baja sampai temperatur *austenite* diikuti *quench* sehingga timbul *fasa martensit*. Perlakuan permukaan hampir sama prinsipnya namun hanya dilakukan pada bagian permukaan material. Tujuannya adalah untuk mendapatkan komponen dengan permukaan yang keras namun bagian dalamnya masih tetap ulet.[4]

Berdasarkan metode Penghasilan panas, *furnace* secara luas diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu jenis pembakaran (menggunakan bahan bakar) dan jenis listrik. *Furnace* jenis pembakaran bergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan. Diantaranya *furnace* yang menggunakan bahan bakar minyak, batu bara, atau gas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rincian harga dari pembuatan mesin *Electric Furnace*, sehingga meminimalisir biaya yang tidak terduga.



Gambar 1. Prosedur Penelitian



Gambar 2. Desain Alat



Gambar 3 Mesin Furnace

Merancang tentang (perancangan pembuatan tungku heat treatment) dari hasil pembuatan tungku

heat treatment dengan tinggi 950 mm lebar 610 mm dan lebar 450 mm. Dengan volume ruang bakar efisien adalah 200 mm x 200 mm x 200 mm, dengan menggunakan *refraktori* batu tahan api, keramik silika board dan keramik fiber. Dari pembuatan alat ini memiliki temperatur maksimal penahan panas mencapai 1300 °C dan untuk kawat elemen pemanas mencapai 1300 °C. Jadi temperatur maksimum penggunaan tungku adalah 1170 °C. Jika dilihat dari prosedur penggunaan tungku untuk prosedur penggunaan hardening pada standar ASTM yaitu antara 815 – 925 °C . Maka proses penggunaan tungku dapat dibatasi hingga 950 °C. Tungku ini memiliki kapasitas volume 8000 cm² , besar 1000 cm³, berat 7,640 kg [2].

Merancang tentang (Perancangan dan sistem monitoring temperatur furnace skala laboratorium) dari perancangan alat ini Rangkaian sistem kontrol furnace dibuat untuk setting dan monitoring temperatur sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Perancangan sistem kontrol ini terdiri dari komponen-komponen *thermocontrol* digital dengan RS485, *Amperemeter* digital dengan RS485, *current transformer*, sensor *thermocouple* type K, SPC 1-35 atau SSR, *sonverter* RS 485 to USB, dan *software DAQ Master (free autonics)* berguna sebagai menampilkan dan menganalisa hasil pembacaan parameter-parameter dari peralatan yang diuji. Dalam penelitian ini parameter yang dibaca adalah temperatur dan arus. Persyaratannya adalah instrument yang akan digunakan memiliki sarana komunikasi RS485. Serial komunikasi ini nantinya dihubungkan dengan sebuah *converter* ke USB, karena personal computer sekarang rata-rata menunjang untuk penggunaan USB. Salah satu kelebihan serial komunikasi RS485 ini adalah jangkauan pembacaan nya cukup jauh sekitar 1,2 km [1].

Teknik analisis data adalah mendeskripsikan teknik apa yang akan digunakan oleh peneliti untuk analisis data yang telah dikumpulkan, termasuk pengujiannya. Data yang telah didapat dari hasil wawancara dan dokumentasi selanjutnya dianalisis sehingga menjadi data yang diatur rapi dan mempunyai arti. Proses menganalisis data tidak lain adalah suatu proses penyederhanaan dan pengelompokan data sesuai dengan alat yang diperlukan untuk analisis [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui analisa teknik dan biaya pembuatan elektrik furnace berkapasitas 7000 watt yang efektif dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pendekatan penelitian

Dalam menganalisa penelitian ini, peneliti menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut Sugiyono “pendekatan penelitian kuantitatif adalah data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diidentifikasikan sebagai proses kerja yang

berlangsung secara ringkas, terbatas dan memilah-milah permasalahan menjadi bagian yang dapat diukur atau dinyatakan dalam angka-angka. Penelitian kuantitatif menggunakan instrument yang menghasilkan data numerikal (angka) [6].

2.2. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian memiliki beberapa tahapan dimana dimulai dari studi literatur perancangan alat, pengambilan data, dan analisa data. Adapun prosedur penelitian adalah.

2.3. Desain alat

Keterangan gambar 2 :

1. Kawat pemanas (heater)
2. Semen refraktori
3. Pintu mesin furnace
4. Bata tahan api
5. Kerangka mesin furnace
6. Cover
7. Mikrokontroler
8. Glasswol

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pembuatan Furnace

Dari tabel 1 sampai dengan 4 disimpulkan total harga dari bahan material pembuatan furnace kurang lebih sebesar Rp. 10.175.000 belum termasuk biaya akomodasi pembelian material lain dan operasional lainnya.

Total pembuatan mesin furnace ini adalah sebesar Rp. 12.500.000 jika dipasaran online ada berbagai macam harga dengan spesifikasi seperti pada tabel 6.

Mesin furnace ini adalah Mesin furnace 7L B-ONE dengan harga Rp. 28.500.000

Mesin furnace ini adalah *B-ONE model FNC-2* dengan harga Rp. 26.000.000

Tabel 1. Komponen Kerangka

No	Komponen	Tipe	Harga (Rp)
1	Besi Siku	5 × 5	325.000
2	Plat Strip	6 × 2	125.000
3	Plat Ezer	1.5 × 40 × 45	370.000
4	Baut	M 4.6 × 25	70.000
5	Elektroda	NK 36	120.000
Jumlah			1.010.000

Tabel 2. Komponen Material

No	Komponen	Tipe	Jumlah	Harga (Rp)
1	Batu Tahan Api	SK 36	50 pcs	805.000
2	Insulating Brick	C1	50 Pcs	800.000
3	Semen Tahan Api	SK 36	25 × 6	1.340.000
4	Papan Triplek	100 cm	4	50.000
5	Kawat / paku	-	1 Kg	30.000
Jumlah				3.025.000

Tabel 3. Komponen Kelistrikan

No	Komponen	Tipe	Harga (Rp)
1	Resistance Wire	20 m	360.000
2	Kawat Nikelin	2 × 80	2.280.000
3	Temperature Kontrol	AX4	660.000
4	Termocopel	Type K	175.000
5	Contactora	-	185.000
6	MCB	25 A	350.000
7	Lampu Indikator	-	50.000
8	Hole saw	-	55.000
9	Offerload Schneider	LRD 16	265.000
10	Pilot Lampu	-	20.000
11	Kabel	-	500.000
12	Lain - Lain	-	1.000.000
Jumlah			5.900.000

Tabel 4. Komponen Cat

No	Komponen	Tipe	Harga (Rp)
1	Amplas	200	30.000
2	Tiner	A Special	60.000
3	Dempul	San	40.000
4	Cat	Penta Gloss	70.000
5	Epoxy	-	40.000
Jumlah			240.000

Tabel 5. Spesifikasi Alat

Ukuran ruang tungku	32 x 35 x 20 cm
Temperatur kerja	900°C
Maximum temperatur	1000°C
Akurasi suhu	±1°C/s
voltase	410V, 3 phase
Ukuran luar	70 x 70 x 100 cm
Berat	±150 kg

Tabel 6. Spesifikasi Mesin Furnace 7L B-ONE

Dimensi luar	790 × 500 × 527 mm
Dimensi dalam	300 × 200 × 120 mm
Max. Temperature	300 – 1000°C
Working Temperature	1000°C
Temperature Accuracy	5 %
Heating Rate	70°C/ menit
Voltase	220 VAC/40 HZ
Power	4000 W



Gambar 4. Mesin Furnace 7L B-ONE



Gambar 5. Mesin Furnace B-ONE Model FNC-2

Tabel 7. Spesifikasi Alat B-ONE Model FNC-2

Dimensi luar	580 × 412 × 570 mm
Dimensi dalam	200 × 120 × 80 mm
Max. Temperature	1100°C
Working Temperature	100 – 1200°C
Temperature Accuracy	±2°C
voltase	220 VAC/50 HZ
Power	2500 W

3.2. Analisa Teknik

Profil adalah batang yang digunakan pada pembuatan konstruksi, jenis profil yang digunakan pada pembuatan konstruksi adalah profil L, Perhitungan kekuatan rangka yang digunakan yaitu :

1. Titik pusat massa

$$\hat{y} = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan persamaan 1:

- \hat{y} = Titik pusat massa (mm)
- A = Luas (mm²)
- y = Titik berat batang

2. Momen inersia balok besar dan kecil

$$I_1 = I_0 + A_1 \times d_1^2 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan persamaan 2:

- I_1 = Momen inersia balok (mm⁴)
- A = Luas batang (mm²)
- d = Diameter batang (mm)

3. Momen inersia batang

$$I_x = I_1 - I_2 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan persamaan 3 :

- I_x = Momen inersia batang (mm⁴)
- I_1 = Momen inersia batang 1 (mm⁴)
- I_2 = Momen inersia batang 2 (mm⁴)

4. Besar tegangan geser yang di ijin

$$\tau = \frac{MxY}{I_x} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan persamaan 4 :

- τ = Tegangan geser yang terjadi (kgf/mm²)
- M = Momen yang terjadi (kgf.mm)

- I_x = Momen inersia batang (mm⁴)
- Y = Titik berat batang (mm)

5. Las sudut (*fillet weld*) dirumuskan

$$\tau = \frac{0,707 \cdot F}{h \cdot l} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan persamaan 5 :

- τ = Tegangan geser (N/mm²)
- F = Tegangan geser (N)
- h = Tinggi/ukuran las (mm)
- t = h.sin 45° = 0,707.sin
- l = Panjang las (mm)

6. Tegangan lentur dirumuskan

$$\sigma_b = \frac{1,414 \cdot F \cdot L}{h \cdot l \cdot b} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan persamaan 6 :

- σ_b = Tegangan lentur (N/mm²)
- F = Gaya yang diterima dari las (N)
- L = Jarak eksentrisitas (mm)
- h = Tinggi ukuran las (mm)
- l = Panjang las (mm)
- b = Lebar benda yang dilas (mm)

7. Tegangan kombinasi dirumuskan

$$\sigma_b = \frac{1,414 \cdot F \cdot L}{h \cdot l \cdot b} \sqrt{\left(\frac{2 \cdot L}{b} + 1\right)_1^2 + 1,8 \left(\frac{2 \cdot L}{b} - 1\right)_1^2} \dots\dots (7)$$

Keterangan persamaan 7 :

- σ_b = Tegangan kombinasi (N/mm²)

3.3. Break Even Point (BEP)

Menghitung BEP dalam bentuk uang (Rupiah) :

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap Produksi}}{\text{Harga per unit} - \text{Biaya variabel per unit}} \times \text{harga per unit} \dots\dots\dots (8)$$

$$BEP = \frac{10.175.000}{20.000.000 - 2.000.000} \times 20.000.000$$

$$BEP = \text{Rp. } 11.305.555,00$$

Jadi alat ini harus dapat mencapai penjualan sebanyak Rp. 11.305.555,00 agar dapat Break Even (tidak untung dan tidak rugi).

Menghitung Keuntungan yang diinginkan dengan Hasil Analisis Break Even Point (BEP).

Setelah melakukan perhitungan diatas, kita masih dapat menghitung jumlah keuntungan yang kita inginkan dengan menggunakan Hasil perhitungan BEP tersebut :

$$BEP = \text{Biaya Tetap} \div \text{Biaya Variabel} \div \text{Harga Jual}$$

$$BEP = \text{Rp. } 2.000.000 \div \text{Rp. } 10.175.000 \div$$

$$\text{Rp. } 20.000.000$$

$$= \text{Rp. } 9.828.009$$

Jadi, produk yang dijual akan mendapatkan keuntungan, dan uang yang harus diterima dari penjualan pembuatan mesin furnace ini adalah Rp. 9.828.009.

Tabel 8 dan 9 adalah biaya penyewaan penggunaan mesin *furnace* jika melakukan proses *heat treatment* untuk mahasiswa UNP dan selain mahasiswa UNP. Biaya tersebut digunakan untuk perawatan alat jika ada kerusakan dan biaya listrik serta sisten laboratorium.

Tabel 8. Biaya Sewa *Furnace (Heat Treatment)* untuk mahasiswa selain UNP

No	Heat Treatment	Biaya/Unit (Rp)
1	<i>Tempering</i>	70.000
2	<i>Quenching</i>	50.000
3	<i>Annealing</i>	50.000

Tabel 9. Biaya Sewa *Furnace (Heat Treatment)* untuk mahasiswa UNP

No	Heat Treatment	Biaya/Unit (Rp)
1	<i>Tempering</i>	50.000
2	<i>Quenching</i>	30.000
3	<i>Annealing</i>	30.000

4. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perancangan mesin elektrik *furnace* dapat di simpulkan yaitu pemilihan komponen dan perencanaan biaya sangat penting untuk memudahkan perancang meminimalisir pengeluaran biaya. Pembuatan elektrik *furnace* ini dapat ditarik kesimpulan bahwa alat tersebut bisa dipergunakan untuk *heat treatment* pengujian spesimen logam, mulai dari kalangan sendiri maupun umum.

5. SARAN

Dalam pemilihan bahan material perlu memilih harga dan spesifikasi alat yang tepat di pasaran banyak perbedaan harga sehingga meminimalisir kerugian biaya, Perlu pencatatan dan pembukuan yang rinci agar tidak terjadi kekeliruan. Pengujian alat untuk mahasiswa luar kampus ataupun mahasiswa umum bisa dikenakan biaya untuk pengujian perspesimen, guna untuk perawatan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugraha, H, Agus S.W. 2013. Perancangan Dan Sistem Monitoring Temperatur *Furnace* Skala Laboratorium Berbasis Komputer. *Jurnal Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI, Kawasan Puspiptek Gd. 470 Serpong, Tangerang*, 23 Maret 2013.
- [2] Rais M.R. 2015. Perancangan Dan Pembuatan Tungku *Heat Treatment*. *Jurnal Imiah Teknik Mesin, Vol. 3, No.2* Agustus 2015 Universitas Islam 45 Bekasi.
- [3] Suprastiyo, H. (2017). *Pembuatan Mesin Furnace Berbasis Mikrokontroler*. Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- [4] Rizal, A. (2016). *Jurnal J-Ensitem. Pembuatan Tungku Pemanas (Muffle Furnace) Kapasitas 1200°C*, 1.
- [5] Dunn, William N. 2003. Pengantar Analisis Kebijakan Publik (terjemahan). Yogyakarta : UGM Press.
- [6] Sugiyono. 2012. Metodologi penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Alfabeta.
- [7] Sanusi, A. 2014. Metodologi Penelitian Bisnis. Jakarta Selatan: Salemba Empat.

[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]