

## PROSES PENGECORAN ADAPTOR PADA BUCKET TEETH UNTUK EXCAVATOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE PEMBUATAN CETAKAN FURAN

**Ariyanto**

Fakultas Teknologi Industri, [ariyanto@staff.gunadarma.ac.id](mailto:ariyanto@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

### ABSTRACT

*The following paper was made to understand the process, and defects from metal casting of Low Carbon Steel GS-25 CrMo 4 Bucket Teeth Adaptor for Excavator with furan molding method and how the results of the Chill Test on the product. Metal casting process of making objects by melting metal and pouring it into a mold cavity. Metal casting has been discovered and continues to be developed, one of which is Sand Casting, where there are various types of methods in making molds including the Furan, Disamatic, and Jolt Squeeze methods. The method used in this research is the Furan method which can be used to make objects with complex shapes such as the Adaptor component used in the Bucket Teeth for Excavators. The casting material used in this casting is GS-25 CrMo 4 steel which has strong and tough properties. All manufacturing processes are carried out through several stages, namely; design, model and core making, mold making, smelting, pouring, fettling and finishing, and quality control. From the results of the research that has been carried out, it can be seen that several rejections from these products include: cold shut, misrun, inoculant inclusion, slag inclusion, and sand inclusion.*

**Keyword:** Adaptor, sand casting, furan.

### ABSTRAK

*Penulisan ini dibuat untuk memahami proses, dan kecacatan dari pengecoran produk logam Low Carbon Steel GS-25 CrMo 4 Adaptor Bucket Teeth untuk Excavator dengan metode cetakan furan serta bagaimana hasil dari Chill Test pada produk tersebut. Pengecoran logam merupakan proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Pengecoran logam telah ditemukan dan terus dikembangkan, salah satunya adalah Sand Casting, yang mana terdapat berbagai jenis metode dalam pembuatan cetakan diantaranya adalah metode Furan, Disamatic, dan Jolt Squeeze. Adapun metode yang digunakan pada penulisan ini adalah metode Furan yang mana dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit seperti komponen Adaptor yang digunakan pada Bucket Teeth untuk Excavator. Bahan coran yang digunakan dalam pengecoran ini adalah berupa baja GS-25 CrMo 4 yang mana memiliki sifat kuat dan tangguh. Semua proses manufaktur dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu; perancangan, pembuatan model dan inti, pembuatan cetakan, peleburan, penuangan, fettling dan finishing, serta quality control. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui beberapa rejection dari produk tersebut diantaranya: beku dini, salah alir, inklusi karena inokulan, inklusi terak, dan inklusi pasir*

**Kata Kunci:** Adaptor, sand casting, furan.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negeri yang kaya dengan sumber daya alamnya. Untuk menunjang kekayaan sumber daya alam tersebut diperlukan alat bantu untuk mengolah kekayaan sumber daya alamnya sendiri tanpa harus mengopernya ke negara lain.

Kemajuan ilmu pengetahuan akan sains dan teknologi telah merambah kedalam banyak bidang, tidak terkecuali di bidang Teknik atau *Engineering*. Pengetahuan suatu bahan atau struktur material teknik diprioritaskan dalam aspek-aspek bidang teknik, terutama teknik mesin. Ini dimaksudkan agar memudahkan dalam mencapai tingkat praktis, efisien, dan presisi.

Pengecoran (*Casting*) adalah salah satu teknik pembuatan produk pada PT. PINDAD (PERSERO) yang dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Pada PT. PINDAD (PERSERO), proses pengecoran dilakukan dengan metode *Disamatic*, *Jolt Squeeze*, dan pasir cetak *Furan*. Material teknik

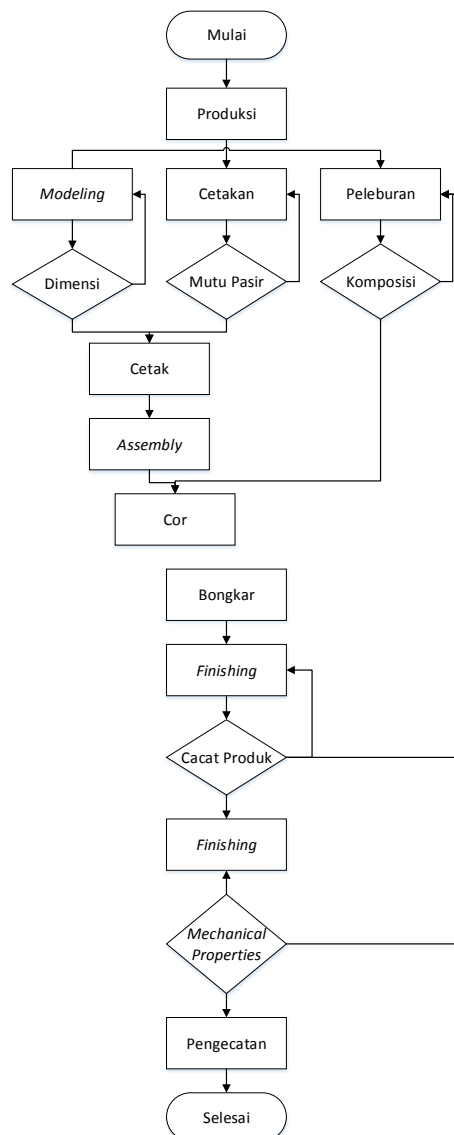
---

terutama pada pengecoran sangat diperlukan untuk merencanakan sifat-sifat mekanik, fisik, kimia dan sifat-sifat teknologi produk. Semua sifat material tersebut ditentukan oleh struktur atom-atomnya secara mikro. Sifat material khusus logam dibangun atas dua konsep utama yaitu konsep struktur kristal atom dan konsep perlakuan logam. Konsep struktur kristal atom menjelaskan bagaimana atom-atom tersusun pada setiap jenis logam, dan pada kondisi yang berbeda-beda bisa menyebabkan perbedaan sifat. Sementara konsep perlakuan logam menjelaskan interaksi antar atom dan perubahan struktur atom yang mengakibatkan perubahan sifat-sifat pada logam.

*Produk Adaptor Bucket Teeth* pada *Excavator* sendiri adalah *Low Carbon Steel* yang diproduksi dengan metode pasir cetak *Furan*. Melalui proses pengecoran ini, maka dapat diketahui, dipelajari, dan dianalisa produk yang sudah dibuat dalam proses pengecoran ini, yang kemudian dapat menjadi suatu dasar atau pedoman dalam mengetahui bagaimana proses pengecoran dan apa saja yang dapat menyebabkan produk tersebut mengalami cacat pengecoran, hingga produk coran tersebut dapat digunakan sebagaimana fungsinya.

## 2. PEMBAHASAN

Proses pengecoran produk *Adaptor* pada *Bucket Teeth* untuk *Excavator* pada divisi Tempa dan Cor di PT. PINDAD (PERSERO) akan dijelaskan sesuai dengan diagram alir berikut:



**Gambar 1.** Diagram alir proses pengecoran produk *adaptor bucket teeth* pada *excavator* dengan metode pembuatan cetakan *furam*

Alat-alat Pengecoran Logam

1. *Furnace*
2. *Mesin Cetak Furan*
3. *Ladle*
4. *Thermocouple*
5. *Crane*
6. *Sand Mixer*
7. *Shot Blasting*
8. *Spectrometer*
9. *Plat Model*

Bahan-bahan Pengecoran Logam

1. *Ex-Automotive Scrap*
2. *Return scrap*
3. *Slag Removal*
4. *Pasir Silika AFS/GFN 30-40*
5. *Furan Binder*
6. *Furan Catalyst*
7. *Resin Epoxy*
8. *Zircon*
9. *Methanol*
10. *Isocure 201*
11. *Isocure 202*
12. *Gas Amine*



**Gambar 2.** Platt model produk



**Gambar 3.** *Furnace*



**Gambar 4.** *Ex-automotive scraps*



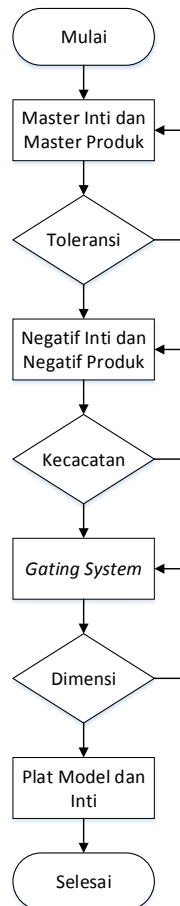
**Gambar 5.** *Return scraps*



**Gambar 6.** Pasir silika daur ulang

A. Proses Pembuatan Model

Berikut merupakan gambar diagram alir beserta keterangan tentang proses pembuatan plat model (*Pattern*) Adaptor pada *Bucket Teeth Excavator*:



**Gambar 7.** Diagram alir

Pola atau model didefinisikan sebagai tiruan dari benda kerja sebenarnya yang akan diproduksi dengan teknik pengecoran, dan digunakan untuk membuat rongga cetakan dengan memperhitungkan toleransi yang sesuai dengan perhitungan pengecoran.

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan pola untuk cetakan *adapter* di PT PINDAD yaitu menggunakan bahan sintetik yaitu berupa Resin dengan jenis *resin epoxy*. Pembuatan pola dilakukan oleh bagian Sub-departemen *modeling* yang ada pada Divisi Tempa dan Cor di PT PINDAD berdasarkan gambar teknik serta panduan yang dikeluarkan oleh sub departemen *engineering*.

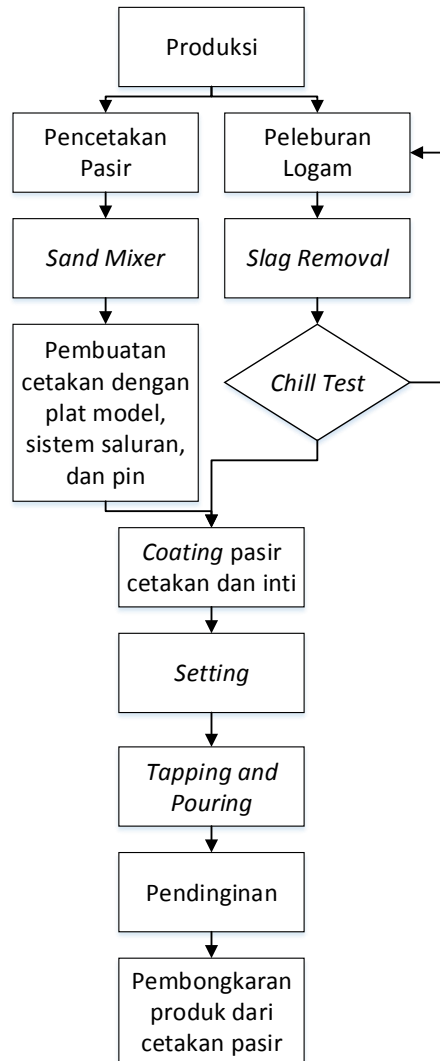
Pembuatan pola untuk cetakan *adapter* diawali dengan pembuatan master inti dan master model. Master inti sendiri merupakan tiruan dari inti (*core*) yang akan digunakan dalam pengecoran untuk membentuk rongga bagian dalam *adapter*, sedangkan master produk merupakan tiruan dari produk *adapter* setelah dilakukan pengecoran. Pembuatan master inti dan master model sendiri menggunakan bahan kayu yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk *adapter* yang akan dicetak dengan mempertimbangkan kemiringan, toleransi penyusutan dll. Untuk diketahui bahwa toleransi penyusutan untuk bahan baja sebesar 2%. Master inti dan master produk yang sudah jadi kemudian diserahkan ke bagian mutu untuk dicek dimensi serta toleransinya apakah sudah sesuai dengan dimensi produk *adapter* yang sudah ditentukan. Master inti dan master model untuk *adapter* yang udah jadi kemudian akan digunakan untuk membentuk negatif inti dan negatif produk. Pembuatan negatif inti dan negatif produk sendiri bertujuan agar plat model (*pattern*) yang dihasilkan terjamin keseragamannya, juga agar mempercepat pembuatan plat model itu sendiri. Plat model *adapter* kemudian dicetak menggunakan bagian negatif produk yang sudah dibuat tadi dalam plat model ditambahkan pula pola untuk *gating system* yang akan digunakan untuk mengalirkan logam cair yang berupa saluran turun, saluran pengalir, saluran masuk serta *riser*. Untuk *adaptor* sendiri dalam satu plat model/cetakan terdapat 4 pola. Sehingga pencetakan pola menggunakan negatif membutuhkan 4 kali pembentukan pola untuk membuat satu plat model/pola. Pola *adaptor* yang sudah jadi siap masuk ke bagian produksi.

Selain pembuatan pola, adapun pembuatan inti. Inti (*core*) adalah bagian dari cetakan yang dibuat secara terpisah yang dipasang pada rongga cetakan dengan tujuan untuk mencegah pengisian logam cair pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau rongga dalam pengecoran.

Untuk pembuatan inti yang digunakan dalam pencetakan *adapter* di PT. PINDAD yaitu menggunakan pasir silica dan *isocure* yang dimana inti berjenis pasir silika terbuat dari pasir silika yang memiliki paduan sama seperti pada proses pembuatan pasir cetakan. Sedangkan inti *isocure* terbuat dari campuran pasir silika baru, *isocure 201 (activator)*, *isocure 202 (resin phenolic)*, dengan perbandingan 1:1, dan gas *amine* sebagai bahan pengeras sekaligus pelapis permukaan inti. Bahan *coating* yang digunakan adalah campuran *zircon* dengan *methanol* sebagai pengatur tingkat kekentalannya.

#### B. Proses Pembuatan Cetakan Pasir dan Peleburan Logam

Berikut ini adalah gambar diagram alir beserta keterangan tentang proses pembuatan cetakan pasir dan peleburan logam:



**Gambar 8.** Diagram alir proses cetakan pasir dan peleburan logam

Pembuatan cetakan menggunakan mesin *Furane Sand Mixer 20 T/H Son Holland Telex S9368* dengan kemampuan memproduksi 10 ton/jam. Pasir yang digunakan merupakan paduan pasir silika daur ulang, pasir silika baru 13%, *binder* 0.9 – 1.1 %, dan *catalyst* 30 – 40%, dengan ukuran butiran pasir 30 – 40 GFN. Pasir diisi kedalam rangka cetak bagian atas dan bawah (*cope and drag*) yang masing-masing berdimensi 1500 x 750 x 200 mm. Pola atau plat model yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan diperoleh dari sub-departemen *modeling*. Selain plat model, cawan, *pin*, serta *riser* ikut digunakan dalam pembuatan cetakan. Setelah proses pembuatan cetakan pasir selesai, cetakan dikeringkan selama 4 – 5 menit sebelum plat model, cawan, *pin*, dan *riser* dapat dibongkar.





**Gambar 9.** Sand mixer

Proses selanjutnya adalah proses *coating*, dimana proses *coating* ini sebagai pelapis pada bagian permukaan cetakan dengan tujuan agar tidak ada kontak antara produk dengan pasir cetak, dan juga agar permukaan pasir lebih tahan terhadap temperatur  $>1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bahan *coating* yang digunakan adalah *zircon* yang dicampur dengan *methanol* cair yang dicampur hingga mendapatkan kekentalan yang sesuai. *zircon* tersebut dioleskan pada permukaan cetakan dan inti, lalu dikeringkan dengan cara dibakar selama  $\pm 5$  menit.

Setelah proses *coating*, proses selanjutnya adalah proses *setting*, yaitu menggabungkan kembali antara *cope and drag* sehingga menjadi satu-kesatuan. Fungsi dari *pin* yang tadi digunakan adalah untuk memastikan posisi *cope and drag* presisi.

Selain proses pembuatan cetakan, dilakukan juga proses peleburan logam yang merupakan proses untuk melelehkan/mencairkan logam yang nantinya akan digunakan untuk mengisi rongga cetakan pada pengecoran. *Adapter* yang diproduksi oleh PT Pindad terbuat dari material GS 25 CrMo-4 dan dileburkan dengan *furnace* berkapasitas 2 ton yang ditenagai oleh dapur induksi dengan tipe *PowerTrak 1250-SR* dengan frekuensi 460 Hz, tegangan 2000 V, dan daya 1000 kW. GS 25 CrMo-4 ini merupakan *low carbon steel* dengan fasa *martensite* dengan standar kandungan komposisi:

- A. C : 0,22 – 0,29 %
- B. Si : 0,3 – 0,5 %
- C. Mn : 0,5 – 0,8 %
- D. Cr : 0,8 – 1,2 %
- E. Mo : 0,2 – 0,3 %
- F. Ni : Tidak ada target\*

(\* jumlah nikel tidak dipertimbangkan, dan kandungan nikel hanya diperoleh dari *scrap*)

Bahan utama pengecoran produk *adapter* ini yang diperlukan untuk memperoleh GS 25 CrMo-4, adalah *ex automotive steel scrap* dan *return scrap*. Berikut merupakan proses peleburan :

1. *Ex automotive scraps* dan *return scraps* dilebur kedalam tungku berkapasitas 2 ton selama  $\pm 1$  Jam.
2. Selama proses peleburan berlangsung, *slag removal* diberikan untuk menghilangkan kotoran-kotoran pada logam cair yang dapat mengakibatkan kecacatan pada produk.
3. Setelah itu, lakukan *chill test* dengan mengambil sedikit sampel dari logam cair yang sedang dileburkan, lalu tuangkan ke dalam cetakan kecil dan didinginkan langsung. *Chill Test* ini dilakukan untuk menguji komposisi materialnya dengan menggunakan alat *spectrometer*. Cara kerjanya yaitu, specimen diletakan pada papan uji *spectrometer*, lalu specimen tersebut akan ditembakkan gas Argon yang nantinya akan memancarkan gelombang sehingga dapat diproyeksikan menjadi data komposisi aktual material dari specimen tersebut. Apabila komposisinya belum sesuai, tambahkan material yang belum memenuhi standar lalu lakukan *chill test* kembali. Apabila sudah sesuai, dan temperaturnya sudah mencapai  $\pm 1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , logam cair dapat dituangkan ke dalam ladle berkapasitas 500 kg sebanyak 450 kg. Proses ini disebut juga dengan proses *tapping*. Proses *tapping* dilakukan dalam interval waktu  $\pm 25$  detik.



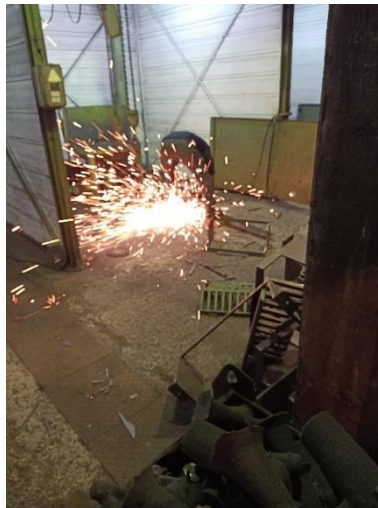
4. Proses selanjutnya adalah penuangan logam cair dari ladle, ke dalam cetakan, atau biasa disebut proses *pouring*. Proses *pouring* dilakukan pada suhu  $\pm 1550$  °C dalam waktu 5 detik untuk setiap cetakan.
5. Setelah logam cair dimasukkan ke dalam cetakan, butuh waktu  $\pm 18$  jam untuk proses pendinginannya sebelum cetakan pasir dibongkar.
6. Jika sudah selesai waktu proses pendinginannya, cetakan tersebut sudah dapat dibongkar.

#### C. Shot Blasting

*Shot blasting* merupakan proses yang dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan produk hasil cetakan dari pasir yang masih menempel pada produk. *Shot blasting* untuk produk *Adapter* di PT Pindad dilakukan menggunakan *steel shot* S460 dengan diameter bola baja berukuran  $\pm 1$  mm. *Shot blasting* untuk produk *Adapter* dilakukan didalam mesin *blasting* yang mempunyai kapasitas sebesar 2000 kg. Untuk *Adapter* lama waktu yang dibutuhkan selama proses *shot blasting* yaitu sekitar  $\pm 5$  menit.

#### D. Finishing

*Finishing* merupakan proses akhir dalam pembuatan *Adapter*. *Adapter* yang sudah melewati tahap *fettling* kemudian digerinda dari sisa *gating system*-nya yang masih tersisa setelah proses *fettling*. *Fettling* sendiri merupakan proses yang dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan produk dari *gating system*-nya. Proses ini dilakukan dengan menggerinda batas produk *Adapter* dengan *gating system*. Jika produk sudah terpisah dengan *gating system*-nya maka produk siap masuk ke tahap *finishing*. Penggerindaan bertujuan untuk menghasilkan permukaan produk *Adapter* yang halus dan rapi. Setelah proses *finishing* selesai, produk *Adapter* akan masuk ke tahap permesinan. Namun, tahap permesinan tidak dibahas di dalam laporan ini karena batasan masalah yang penulis batasi hanya mencapai proses *finishing*.



Gambar 10. Proses fettling

#### E. Cacat Hasil Coran

Kecacatan yang biasa terjadi pada produk *Adapter* ini adalah cacat inklusi terak dan pasir. Inklusi terak adalah terdapatnya material bukan logam dalam logam cair yang disebabkan oleh reaksi kimia selama peleburan, penuangan atau pembekuan. Dan, inklusi pasir adalah cacat dimana pasir terbawa dalam coran dan cacat terjadi pada permukaan atau didalam coran. Cacat inklusi secara garis besar disebabkan oleh :

- a. Logam cair teroksidasi.
  - b. Masih terdapat terak.
  - c. Perencanaan saluran turun yang tidak sempurna.
  - d. Waktu penuangan yang terlalu lama.
  - e. Tahanan panas yang rendah dari bahan pelapis ladle.
  - f. Permukaan cetakan yang lemah.
  - g. Ketahanan panas pasir yang kurang baik.
  - h. Pembersihan yang kurang baik pada rongga cetakan.
  - i. Komposisi logam yang tidak memadai.
  - j. Pendinginan yang cepat.
  - k. Kadar karbon dan silikon yang rendah.
-

- l. Logam cair mendapat panas lanjutan.
- m. Kelebihan kadar belerang.
- n. Kurangnya kadar mangan.

Upaya pencegahan cacat inklusi adalah sebagai berikut:

- a. Menjaga logam cair tidak teroksidasi.
- b. Membersihkan terak.
- c. Perencanaan saluran tuang yang cermat dan teliti.
- d. Menggunakan bahan pelapis ladle yang tahan panasnya baik.
- e. Membersihkan bagian dalam cetakan sebelum penuangan.
- f. Menggunakan pasir yang tahan panasnya tinggi.
- g. Pemadatan pasir harus cukup.
- h. Menentukan komposisi logam yang tepat.
- i. Pendinginan perlahan-lahan.
- j. Kadar karbon dan silikon harus cukup.
- k. Mencegah terjadinya panas lanjutan.
- l. Mengurangi kadar belerang.
- m. Menambah kadar mangan.

Untuk perbaikan terhadap produk yang cacat inklusi ini, yaitu dengan dilas bagian inklusinya agar dapat menghilangkan bagian inklusi dengan mempertahankan *mechanical properties*nya.

#### F. *Pengecatan*

Proses ini dilakukan terhadap produk tidak hanya untuk meningkatkan nilai estetika, tetapi juga melindungi permukaan luar produk dari udara terbuka.

#### G. Selesai

Apabila produk sudah selesai, maka produk tersebut masuk ke gudang, dan sudah dapat dikirim ke konsumen.

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari pengamatan dan pengambilan data dilapangan serta studi analisa yang telah lakukan terhadap produk hasil coran, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

1. Proses produksi *Low Carbon Steel GS-25 CrMo 4 Adaptor Bucket Teeth* dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

- a. Perancangan

Perancangan dilakukan dengan media CAD (*computer aided design*) oleh sub departemen *Engineering*.

- b. Pembuatan model pola dan inti

Pembuatan model pola dan inti dilakukan berdasarkan gambar teknik dari sub departemen *Engineering* menggunakan bahan *resin epoxy* untuk pola, resin *phenolic* dengan pasir silika untuk inti, dan kayu untuk master model pola dan inti.

- c. Pembuatan cetakan

Cetakan terbuat dari campuran pasir silika daur ulang, pasir silika baru 13%, *binder* 0.9 – 1.1 %, dan *catalyst* 30 – 40% yang diisi ke dalam rangka cetak berdimensi 1500 x 750 x 200 mm yang telah terdapat plat model, cawan, pin, serta *riser* di dalamnya dan dikeringkan selama +5 menit.

- d. Peleburan dan penuangan

Peleburan logam dilakukan Furnace berkapasitas 2 ton yang ditenagai oleh dapur induksi dengan tipe *PowerTrak 1250-SR* dengan frekuensi 460 Hz, tegangan 2000 V, dan daya 1000 kW dengan bahan utama *Ex automotive scraps* dan *return scraps* pada suhu +1600 °C selama 1 jam.

Penuangan dilakukan dari *furnace* ke ladle (*tapping*) berkapasitas 500 kg sebanyak 450 kg. Proses ini disebut juga dengan proses *tapping* dalam interval waktu + 25 detik dan ke dalam cetakan (*pouring*) pada temperatur + 1550 °C dalam waktu 5 detik untuk setiap cetakan.

- e. Pembongkaran

Pembongkaran produk dari cetakan dapat dilakukan setelah melewati proses pendinginan selama + 18 jam

- f. *Shot Blasting*

*Shot blasting* merupakan proses yang dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan produk hasil cetakan dari pasir yang masih menempel pada produk. menggunakan *steel shot S460* berdiameter ± 1 mm selama + 5 menit.

g. Finishing

*Finishing* pada produk dilakukan dengan memotong sisa *gating system* dan menghaluskan permukaan produk dengan menggunakan gerinda (proses ini juga disebut sebagai *fettling*).

h. *Quality control*

Setelah melewati tahap proses finishing, produk melewati proses quality control dengan diperiksa kualitasnya secara kasat mata (macro inspection).

2. Dari analisa visual yang dilakukan terhadap Low Carbon Steel GS-25 CrMo 4 Adaptor Bucket Teeth diperoleh beberapa kecacatan yang sering terjadi pada produk Adapter diantaranya: Slag Inclusion (Inklusi Terak), dan Sand Inclusion (Inklusi Pasir) yang disebabkan oleh teroksidasinya leburan logam, terak, tahanan panas pasir kurang baik, komposisi kurang memadai, dan solidifikasi dini.
3. Chill Test dilakukan terhadap produk Low Carbon Steel GS-25 CrMo 4 Adaptor Bucket Teeth dengan ditembakannya gas argon pada spesimen dan dianalisa oleh spectrometer agar komposisi produk dapat dilihat dan disesuaikan dengan standar yang dibutuhkan yaitu:
  - a. C : 0,22 – 0,29 %
  - b. Si : 0,3 – 0,5 %
  - c. Mn : 0,5 – 0,8 %
  - d. Cr : 0,8 – 1,2 %
  - e. Mo : 0,2 – 0,3 %
  - f. Ni : Tidak ada target\*

(\* jumlah nikel tidak dipertimbangkan, dan kandungan nikel hanya diperoleh dari *scrap*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surdia, Tata dan Chijiwa, Kenji. (1982). Teknik Pengecoran Logam, Jakarta.
- [2] ASM Handbook, Volume 1: *Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*.
- [3] ASM Handbook, Volume 15: *Casting*.
- [4] Surdia, Tata dan Saito, Shinroku. (2005). Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan Kelima, Jakarta.
- [5] Amanto, Hari dan Daryanto. (2003). Ilmu Bahan, Cetakan Kedua. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [6] Perzyk, M., Maciejak, S., dan Kozlowski, J. (2011). *Application of Time-Series Analysis for Prediction of Molding Sand Properties in Production Cycle*, Warsaw: Warsaw University of Technology.
- [7] bottomroller.net. (2019, 10 Oktober). *Excavator Adaptor*. Diakses pada 10 Oktober 2019, dari
- [8] <http://m.id.bottomroller.net/ground-engaging-tools/bucket-teeth-and-adapter/>