



Analisa Pengaruh Kualitas Moulding Pada Pengecoran Logam Dengan Metode Sand Casting

Muhamad Al Talarik Gemilang

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasakti, Indonesia

Email : Altalarik09@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the primary cause of shrinkage defects in Gate Valve Body 3. These defects result in the product failing to meet quality standards and increasing production costs due to rework. Research methods include direct observation on the production floor, material composition testing using a spectrometer, micrographic analysis to identify porosity, and evaluation of casting process parameters such as pouring temperature and feeding system design. The results indicate that shrinkage defects are caused by uneven cooling due to suboptimal heat distribution within the mold, as well as inappropriate metal composition. The recommended solution is to modify the riser design to improve feeding and adjust the pouring temperature. Implementing these recommendations is expected to reduce defects by 30–40%, increase production efficiency, and reduce scrap costs. This research provides a practical contribution to improving casting processes in the valve industry.

Keywords: QC Method, Metal Casting, Parameters, Shrinkage, Sand Casting

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kualitas moulding pada proses pengecoran logam menggunakan metode sand casting. Proses sand casting merupakan salah satu metode pengecoran yang umum digunakan dalam industri manufaktur, di mana kualitas moulding memiliki peran penting dalam menentukan kualitas hasil coran. Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen dengan variasi jenis pasir, kelembaban pasir, dan teknik pemadatan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap tingkat kecacatan pada hasil coran, seperti porositas, retakan, dan ketidakrataan permukaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan pengukuran dimensi, uji kekerasan, dan pengamatan visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas moulding yang baik, dengan pemilihan pasir yang tepat dan teknik pemadatan yang optimal, dapat mengurangi kecacatan pada hasil coran, sehingga meningkatkan kekuatan dan ketahanan produk akhir. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi industri pengecoran logam dalam mengoptimalkan proses sand casting untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih tinggi dan lebih konsisten.

Kata Kunci: Kualitas moulding, Pengecoran logam, Porositas, Retakan, Sand casting.

PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu proses manufaktur penting dalam industri modern yang digunakan untuk membentuk logam cair menjadi bentuk tertentu dengan bantuan cetakan (*mould*). Salah satu metode pengecoran yang paling umum digunakan adalah *sand casting* karena memiliki keunggulan dalam hal biaya yang relatif rendah, fleksibilitas bentuk, dan kemudahan proses. Namun, kualitas hasil pengecoran sangat dipengaruhi oleh mutu cetakan pasir (*moulding*), yang mencakup komposisi pasir, tingkat kelembapan, dan teknik pemadatan.

Ketidaktepatan dalam kualitas *moulding* dapat menyebabkan berbagai kecacatan pada produk akhir, seperti porositas, rongga udara, retakan, dan permukaan yang tidak rata. Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis secara sistematis bagaimana kualitas *moulding* memengaruhi hasil pengecoran logam dengan *metode sand casting*. rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh variasi kualitas *moulding* terhadap tingkat kecacatan dan kualitas hasil pengecoran logam pada *metode sand casting*?

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh parameter kualitas *moulding*, seperti jenis pasir, kadar kelembapan, dan metode pemadatan terhadap hasil pengecoran logam. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi industri pengecoran logam dalam meningkatkan kualitas produk, mengurangi tingkat cacat produksi, serta mengoptimalkan proses *sand casting* dari sisi teknis dan ekonomis.

Landasan Teori

Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah proses manufaktur di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk tertentu setelah membeku. Proses ini banyak digunakan dalam industri karena mampu memproduksi komponen kompleks dalam waktu singkat dan biaya yang relatif rendah (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Metode Sand Casting

Sand casting adalah metode pengecoran logam yang menggunakan pasir sebagai bahan utama cetakan. Proses ini terdiri dari pembuatan pola, pembuatan cetakan pasir, peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pendinginan, dan pelepasan hasil cor

(Groover, 2010). Keunggulan sand casting meliputi fleksibilitas desain, biaya rendah, dan kemampuan untuk digunakan pada hampir semua jenis logam.

Kualitas Moulding

Kualitas *moulding* sangat menentukan keberhasilan proses *sand casting*. Parameter penting dalam moulding antara lain:

1. **Jenis pasir:** Pasir silika adalah jenis pasir yang paling umum digunakan karena titik lelehnya yang tinggi dan kestabilannya (Beeley, 2001).
2. **Kelembaban pasir:** Tingkat kelembaban yang tidak sesuai dapat menyebabkan uap air berlebih saat penuangan, yang berisiko membentuk rongga udara atau porositas (Heine et al., 1976).
3. **Pemadatan pasir:** Teknik pemadatan yang baik meningkatkan kekuatan cetakan dan mengurangi deformasi serta cacat pada permukaan produk (Campbell, 2003).

Cacat Pada Pengecoran

Cacat umum pada pengecoran meliputi:

1. **Porositas:** Terjadi karena gas yang terjebak selama penuangan atau pembekuan.
2. **Cold shut:** Ketika dua aliran logam tidak menyatu dengan sempurna.
3. **Inklusi:** Material asing atau pasir cetakan yang terperangkap di dalam logam cair (Campbell, 2015).

Menjaga kualitas moulding yang baik dapat meminimalkan cacat-cacat tersebut dan menghasilkan produk cor yang lebih presisi dan kuat.

METODE PEMBUATAN

Dalam pembuatan cetakan dengan metode sand casting tentunya di perlukan alat dan bahan yang mumpuni untuk menjaga kualitas cetakan agar tetap baik.

Alat

Berikut adalah alat yang di gunakan dalam proses pembuatan cetakan dengan metode sand casting:

1. *Mixer*, di gunakan untuk mencampur pasir dengan cairan resin .
2. Plat mol, berfungsi sebagai dinding cetakan atau rumah pasir.
3. Patern, adalah cetakan pola dasar.
4. Balok kayu, untuk meratakan pasir.

5. Tabung gas, untuk menyimpan gas CO₂ yang nantinya di gunakan untuk mempercepat proses pengeringan cetakan.
6. Gelas takar, di gunakan untuk menakar jumlah resin yang akan di gunakan.
7. Timbangan, untuk menimbang dan memastikan material sesuai dengan standar komposisi.

Bahan

1. Pasir silika kasar

Pasir silika kasar adalah jenis pasir yang memiliki kandungan utama silika (SiO₂) dengan ukuran butiran relatif besar dan kasar. Ukuran butir ini biasanya berkisar antara 0,5 mm sampai 2 mm, tergantung klasifikasi *mesh* yang digunakan. Pasir ini banyak digunakan di berbagai industri, terutama industri pengecoran logam (*sand casting*) karena sifat-sifat fisiknya yang sangat cocok untuk membuat cetakan logam.

2. Pasir silika halus

Pasir silika halus adalah pasir yang memiliki kandungan utama silika (SiO₂) dengan ukuran butiran kecil dan halus, biasanya berada dalam rentang mesh 70–200 (sekitar 0,075 mm hingga 0,25 mm). Karena butirannya kecil, pasir ini terasa lebih lembut dan padat saat disentuh dibandingkan pasir kasar.

3. Pasir *chromite*

Pasir *chromite* (atau pasir kromit) adalah jenis pasir mineral yang berasal dari batuan kromit, yaitu mineral oksida dari besi dan kromium dengan rumus kimia umum **FeCr₂O₄**. Pasir ini memiliki warna hitam atau cokelat gelap dan memiliki kepadatan yang tinggi serta titik lebur yang tinggi. Pasir *chromite* banyak digunakan di industri pengecoran logam dan beberapa industri lainnya.

4. Pasir daur ulang

Pasir daur ulang adalah pasir yang berasal dari bongkaran *moulding* yang sudah di gunakan, pada dasarnya pasir ini adalah campuran dari pasir silika kasar dan halus yang di daur ulang kembali, biasanya di gunakan untuk memenuhi cetakan *moulding* supaya menghemat biaya oprasional.

5. Cairan resin *penolyc*

Resin yang di gunakan untuk campuran pasir, berfungsi sebagai pengerat atau perekat pasir.

6. Cairan resin *catalys*

Adalah resin yang di gunakan pada campuran pasir, berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan.

7. *Water glass*

salah satu bahan yang digunakan dalam campuran semen dan tekstil, merupakan material yang dapat memberikan perlindungan terhadap api.

8. *Pure water*

Air tawar yang di gunakan sebagai campuran *waterglass* agar tidak terlalu kental dan tidak mudah mengeras.

9. Gas CO_2

senyawa kimia yang terdiri dari satu atom karbon dan dua atom oksigen. Gas ini merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mudah terbakar. CO_2 dihasilkan oleh berbagai makhluk hidup melalui proses respirasi, pembakaran bahan bakar fosil, dan juga dari proses alam seperti pembusukan organik, Di gunakan untuk mempercepat proses pengeringan cetakan.

Cara Pembuatan

Pembuatan cetakan pada dasarnya terdiri dari 3 bagian, yaitu cetakan atas, cetakan bawah, dan core, berikut adalah proses cacra pembuatannya:

- *Core*

1. Langkah pertama Siapkan *patern core*, biasanya *patern core* terbelah menjadi 2 bagian maka satukan 2 bagian *patern* menggunakan baut pengunci.
2. Langkah kedua, campurkan pasir *chromite* dengan *penolyc* dan *catalys*, biasanya pasir *chromite* di masukan lebih dahulu untuk mengisi celah celah sudut pada core.
3. Langkah ketiga, campurkan pasir silika dengan *penolyc* dan *catalys*, setelah tercampur rata masukan ke dalam cetakan core untuk memenuhi ruang.
4. Langkah keempat, padatkan pasir menggunakan balok kayu, setelah paat tunggu sampai pasir kering.
5. Langkah kelima, setelah pasir kering buka baut pengunci untuk melepaskan 2 bagian *patern*, dan ambil *core*, *core* siap di gunakan.



Gambar 1. Contoh Core

- **Cetakan atas dan cetakan bawah**

1. Langkah pertama, siapkan *patern* yang sesuai dengan pola yang akan d produksi.
2. Langkah kedua, Siapkan kotak besi yang memiliki ukuran dan tinggi sesuai dengan kebutuhan
3. Langkah ke tiga, Letakan plat besi di atas *patern* dan sesuaikan posisinya.
4. Langkah ke empat, campurkan pasir *chromite* dengan cairan *penolyc* dan *catalys*, setelah tercampur rata pasir *chromite* akan di gunakan untuk mengisi sudut sudut *patern*, di mana berguna untuk menahan panas yang sangat tinggi.
5. Langkah ke lima, letakan *rissers* dan ganjal menggunakan tiang besi dan tutup lubang *rissers* menggunakan kayu, *rissers* di gunakan sebagai saluran tuang cairan logam.
6. Langkah ke enam, campurkan pasir silika dengan cairan *penolyc* dan *catalys*, banyak pasir di sesuaikan hanya untuk mengisi inti bagian dari cetakan dan ratakan pasir.
7. Langkah ke tujuh, campurkan pasir daur ulang dengan *water glass*, setelah tercampur rata masukan pasir daur ulang ke dalam cetakan untuk memenuhi ruang yang tersisa, setelah di rasa cukup ratakan dengan balok kayu.
8. Langkah ke delapan, siapkan gas CO_2 , di gunakan untuk melakukan pengeringan dengan cara menusukan selang berdiameter kecil ke dalam pasir, lalu alirkan gas, pengeringan ini di lakukan 6 titik dan di lakukan secara berurutan.
9. Langkah ke sembilan, pisahkan cetakan dengan *patern* menggunakan *crane*, ketuk ketuk sedikit untuk melepaskan *patern*.
10. Langkah ke sepuluh, lakukan *coating* pada cetakan yang sudah jadi dengan dua kali *coating*, alur melakukan *coating*: bakar-*coating*-bakar-*coating*-bakar.
11. Langkah ke sebelas, setelah di lakukan *coating* maka tahap selanjutnya adalah *assembling*, yaitu menggabungkan cetakan atas dan cetakan bawah, setelah ini cetakan siap untuk digunakan.



Gambar 2 cetakan atas dan bawah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebab kerusakan pada *casting*

Kerusakan atau cacat pada *casting* dapat di sebabkan dari berbagai macam faktor, pada laporan ini kita berfokus cacat yang di akibatkan dari kualitas *moulding*, dari observasi yang di lakukan terdapat beberapa faktor yang sangat mempengaruhi berikut beberapa faktornya:

1. Kelembaban Pasir Terlalu Tinggi, Pasir cetak harus memiliki kelembaban tertentu untuk menjaga kohesi antar butiran pasir. Namun, jika terlalu basah:
 - a) Uap air akan terbentuk cepat saat terkena logam cair.
 - b) Uap ini bisa terperangkap dalam cetakan dan menyebabkan **gas pockets** atau **porositas**.
 - c) Dalam kasus ekstrem, bisa terjadi **mold explosion** (ledakan kecil karena tekanan gas mendadak).
2. **Kekuatan Mekanis Cetakan Lemah**, Kekuatan cetakan tergantung pada komposisi pasir, kadar air, dan binder (biasanya lempung seperti bentonit).
 - a) Jika terlalu sedikit binder atau pasir tidak dipadatkan dengan baik, cetakan menjadi **mudah hancur atau pecah** saat terkena tekanan dari logam cair.
 - b) Bisa menyebabkan **collapsing mold** atau **dimensi produk meleset**.
3. Ventilasi Cetakan Buruk Selama pengecoran, gas harus bisa keluar dari cetakan.
 - a) Jika cetakan terlalu padat atau tidak dibuatkan saluran udara (*vent*), gas akan terjebak.
 - b) Hal ini menyebabkan **blowholes** (lubang gas) atau permukaan kasar dan berpori pada hasil akhir.
4. Temperatur Logam Terlalu Tinggi, Logam yang terlalu panas bisa menyebabkan:
 - a) Erosi pasir cetakan partikel pasir terbawa logam cair dan mencemari hasil cor.
 - b) Penetrasi logam ke cetakan logam merembes ke pori-pori pasir, menciptakan permukaan kasar atau cacat **metal penetration**.

5. Tekanan Tuang atau Kecepatan Aliran Terlalu Tinggi Menuang logam terlalu cepat atau dengan tekanan berlebih bisa:
 - a) Menyebabkan turbulensi, yang memasukkan udara ke dalam logam porositas.
 - b) Menggerus cetakan menyebabkan kerusakan bentuk atau *cavities*.
6. Komposisi Campuran Pasir Tidak Tepat, Pasir cetak terdiri dari:
 - a) Pasir silika
 - b) Binder (lempung/bentonit)
 - c) Air
 - d) Kadang bahan tambahan (arang, tepung kayu, dll.)
 - e) Ketidakseimbangan bisa menyebabkan cetakan terlalu keras (sulit dibongkar), atau terlalu lunak (mudah runtuh), juga mempengaruhi finish permukaan coran.
7. Desain Cetakan yang Tidak Efisien Jika sistem saluran (*gating system*) atau inti cetakan tidak dirancang dengan baik:
 - a) Bisa menyebabkan pengisian cetakan tidak merata, sehingga ada bagian yang kosong atau tidak terisi logam sepenuhnya (*misrun*).
 - b) Turbulensi juga bisa memerangkap gas atau menciptakan *cold shut* (logam membeku sebelum menyatu)

Dampak dan pengaruh dari kualitas moulding

Kualitas moulding sangat mempengaruhi kualitas casting, berikut adalah cacat pada casting yang di dapati.

1. Cacat sirip (juga dikenal sebagai *flash*, *fin*, atau *burr*) pada proses pengecoran (casting) logam adalah tonjolan logam tipis yang muncul di sepanjang parting line (garis belah cetakan) atau pada celah-celah sambungan cetakan. Cacat ini umumnya tidak diinginkan karena dapat mempengaruhi tampilan, ukuran, dan fungsionalitas produk akhir.



Gambar 3. Defect sirip

2. Cacat porositas mikro pada casting logam adalah rongga-rongga kecil (mikro) di dalam logam cor yang biasanya tidak tampak dari luar namun bisa mengurangi kekuatan mekanik, ketahanan terhadap korosi, dan keandalan produk. Berikut adalah penyebab utamanya.



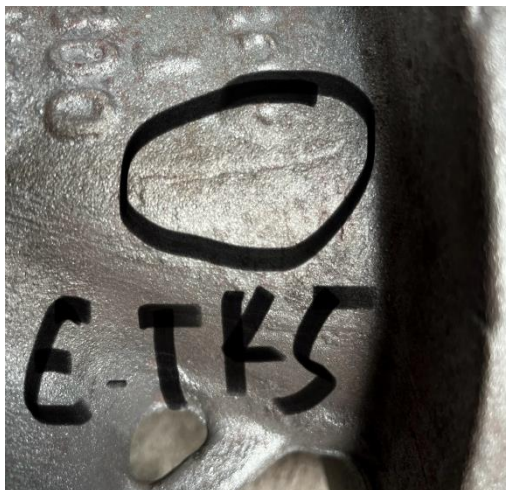
Gambar 4. Defect porositas mikro

3. Cacat *sinkhole* (sering disebut juga *shrinkage cavity* atau *sink mark*) pada proses casting logam adalah cekungan atau lubang yang muncul pada permukaan atau di dalam logam cor akibat penyusutan saat pembekuan yang tidak tertutupi logam cair tambahan.



Gambar 5. Defect sinkhole

4. Cacat ekor tikus (*rat tail defect*) pada casting logam adalah garis-garis memanjang, seperti lekukan halus atau tonjolan kecil yang menyerupai ekor tikus di permukaan logam cor, biasanya di sepanjang sambungan atau garis parting cetakan.



Gambar 6. Defect ekor tikus

5. Cacat cairan dingin (*cold shut* atau *cold lap*) pada casting logam adalah retakan atau garis seperti jahitan di permukaan logam cor, yang terbentuk ketika dua aliran logam cair bertemu tetapi tidak menyatu dengan baik karena sudah mulai membeku. Cacat ini bisa melemahkan struktur dan menjadi titik awal retakan saat digunakan.



Gambar 7. Defect cairan dingin

KESIMPULAN

1. Kualitas dan komposisi pasir sangat berpengaruh pada kualitas *moulding*, apabila takaran tidak sesuai akan ada dua kemungkinan yang terjadi:
 - 1) Pasir ringkih / tidak rekat sempurna, akan menyebabkan pasir rontok ketika di *assembling*, yang mengakibatkan perubahan struktur pada *casting*. Biasanya di sebabkan karena kurang nya tambahan resin.
 - 2) Pasir keras seperti batu, akan menyebabkan *mold* susah untuk di bongkar, dampaknya akan menyebabkan keretakan pada *casting* karena di pukul terlalu keras, dan akan menghambat pekerjaan, kasus ini di sebabkan karena terlalu banyak mencampur cairan resin.
2. Faktor yang paling dominan dalam pengaruh kualitas *moulding* selama melakukan observasi adalah:
 - 1) Takaran antara pasir, dan resin yang tidak konsisten
 - 2) Tidak adanya *lab test* untuk mengetahui kualitas cetakan
 - 3) Tidak adanya pengepresan pada pasir yang mengakibatkan pasir berpori
 - 4) Proses *coating* yang tidak sempurna, akan mengakibatkan cetakan berpori
3. Rekomendasi yang di berikan untuk tetap menjaga kekonsistenan kualitas *moulding*:
 - 1) Penetapan SOP komposisi setiap *casting*
 - 2) Dilakukan uji lab untuk menetapkan kekuatan *mold*
 - 3) Melakukan pengepresan pada *mold* agar padat dan tidak berpori

Daftar Pustaka

- [1] Beeley, P. (2001). *Foundry Technology* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann
- [2] Champbell, J. (2003). *Casting* (2nd ed). Butterworth-Heinemann
- [3] Groover, M. P. (2010) *Fundamentals Of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (4th ed). Wiley.
- [4] Heine. R. W, Loper, C. R.,& Roshental, P. C. (1967) *Principles of Metal Casting* (2nd ed). McGraw-Hill
- [5] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Engineering and Thecnology* (7th ed) Peaarson.