



Analisa Penyebab dan Pencegahan Cacat Coran Pada Produk Bonet Dengan Menggunakan Metode Cetakan Pasir

Aldila Kurniawan

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasakti, Indonesia

Email : aldilakur@gmail.com

Abstract

This research aims to analyze the causes and prevention of casting defects. Casting is a metal-forming process by melting the metal and then pouring it into a mold with a cavity that conforms to the desired shape. After the molten metal cools and solidifies, the mold is opened or destroyed to remove the casting. Casting defects are imperfections or abnormalities that occur in a casting product due to errors in the casting process, materials, or design. These defects can affect the strength, durability, and final quality of the product. The materials used include scrap steel, molding sand, catalyst, and phenolic. The tools used include a casting furnace, hot furnace, casting pan, molds, grinders, drills, and welding machines. The casting process includes metal selection, pattern making, mold making, metal melting, pouring, cooling, mold disassembly, cleaning and finishing, and quality control to identify casting defects. The results of the metal casting observations revealed six metal casting defects: microporosity, parting line fins, cold liquid, shrinkage, rat tails, and rough surfaces.

Keywords: metal casting defects, types of casting defects.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab dan cara pencegahan cacat coran. Pengecoran adalah proses pembentukan logam dengan cara mencairkan logam, kemudian menuangkannya ke dalam cetakan (mold) yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Setelah logam cair mendingin dan membeku, cetakan dibuka atau dihancurkan untuk mengeluarkan produk cor (casting). Cacat cor adalah ketidaksempurnaan atau ketidaknormalan yang terjadi pada produk cor (casting) akibat kesalahan dalam proses pengecoran, material, atau desain. Cacat ini dapat memengaruhi kekuatan, keawetan, dan kualitas akhir produk. Bahan yang digunakan adalah baja rongsok, pasir cetak, catalis, penolyc. Alat yang digunakan tungku pengecoran, dapur panas, panci tuang, cetakan, gerinda, bor, mesin las. Cara pengecoran yaitu pemilihan logam, pembuatan pola, pembuatan cetakan (mold), peleburan logam, penuangan, pendinginan, pembongkaran cetakan, pembersihan & finishing, kontrol kualitas untuk melihat cacat coran. Hasil dari pengecoran logam selama observasi mendapatkan enam cacat pengecoran logam, yaitu: porositas mikro, sirip parting line, cairan dingin, shrinkage, ekor tikus, permukaan kasar.

Kata Kunci: cacat pengecoran logam, jenis cacat pengecoran.

PENDAHULUAN

Pengecoran logam (*metal casting*) merupakan salah satu proses manufaktur tertua dan paling fundamental dalam industri permesinan. Pengecoran logam adalah proses pembentukan benda logam dengan cara melelehkan logam, lalu menuangkannya ke dalam cetakan yang sesuai dengan bentuk yang diinginkan, kemudian mendinginkan logam cair tersebut hingga mengeras dan membentuk komponen padat. Metode dalam pembuatan produk dengan menggunakan metode cetakan pasir memiliki sentimental terhadap kecacatan produk yang sangat tinggi, Mengakibatkan kerugian terhadap biaya produksi dan durasi pengerjaan agak lama. Dari permasalahan berikut perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui penyebab cacat coran dan cara pencegahan yang akan digunakan.

LANDASAN TEORI

Jenis-jenis cetakan pengecoran

Cetakan pengecoran logam yang umum didengar oleh beberapa orang ada dua, yaitu cetakan pasir dan cetakan permanen. Namun sebenarnya ada banyak sekali cetakan pengecoran logam yang tersebar luas, akan tetapi yang banyak digunakan di Indonesia ada lima, yaitu;

a. Pengecoran Pasir (Sand Casting)

Jenis pengecoran ini menjadi salah satu metode pengecoran yang paling digunakan. Pada proses ini, pasir digunakan untuk membuat cetakan lalu kemudian diisi dengan logam cair. Pasir dicampur dengan bahan pengikat untuk menciptakan rongga yang bisa menampung logam cair. Pengecoran pasir cocok digunakan untuk produksi masal dengan biaya yang rendah.

b. pengecoran Lilin Hilang (Lost Wax Casting)

Jenis pengecoran ini sering digunakan untuk benda rumit dan presisi tinggi, seperti komponen mesin presisi. Dalam proses ini, pola benda dibuat dari lilin, kemudian dilapisi dengan bahan keramik atau pasir. Setelah kerangka cetakan mengeras, lilin dilelehkan dan dibuang, kemudian logam cair dituangkan ke dalam cetakan tersebut.

c. Pengecoran Cetakan Permanen (Permanen Mold Casting)

Pada cetakan permanen ini, cetakan tersebut terbuat dari bahan logam seperti baja atau besi, yang tahan terhadap suhu tinggi. Metode ini menghasilkan produk dengan dimensi yang lebih presisi dan memiliki data tahan yang lebih baik. Pengecoran dengan menggunakan cetakan permanen biasanya digunakan untuk logam seperti

aluminium, magnesium, atau tembaga.

d. Pengecoran Grafit (Die Casting)

Pengecoran grafit menggunakan cetakan logam (biasanya baja) dan sangat cocok untuk pembuatan produk dalam jumlah besar dengan ukuran kecil dan presisi tinggi. Proses ini biasanya digunakan untuk logam dengan titik leleh rendah seperti aluminium, seng, dan timah. Pengecoran grafit digunakan dalam industri otomotif dan elektronik.

e. Pengecoran Shell (Shell Casting)

Pengecoran shell adalah proses di mana cetakan dibuat dengan melapisi pola dengan bahan keramik atau pasir yang tahan suhu tinggi. Metode ini digunakan untuk membuat komponen logam dengan bentuk rumit dan akurasi tinggi. Benda yang dihasilkan biasanya memiliki kualitas permukaan yang baik dan digunakan di industri.

QC (*Quality Control*)

quality control adalah Salah satu bagian dari manajemen produksi yang memiliki peran dan juga aturan hukum tertentu dalam pengontrolan pada proses pengemasan hingga mengeluarkan produk-produk tersebut untuk dapat dipasarkan dengan menjamin kualitas dari produk tersebut. Pekerjaan *quality control* artinya sangat mengutamakan ketelitian dalam menilai sebuah produk serta sangat menjunjung tinggi kepuasan dari konsumen terhadap produk-produk yang akan dipasarkan. Setiap perusahaan tentu memiliki bagian QC yang berbeda-beda, baik fokus kerjanya hingga jenis pekerjaannya. Kendati demikian, posisi ini sama saja memiliki peran yang besar karena mereka harus mengontrol aktivitas kerja agar sesuai dengan standar.

Penetrant

Metode *Non Destructive Testing* (NDT) yang digunakan untuk mendeteksi cacat atau diskontinuitas pada permukaan material, seperti retak atau pori-pori yang tidak terlihat oleh mata telanjang.

Prosedur pengaplikasian penetrant :

1. Pembersihan, Permukaan material dibersihkan dari kotoran, minyak, atau zat lain yang dapat mengganggu proses pengujian.
2. Aplikasi penetrant, Cairan penetrant di aplikasikan pad permukaan material yang akan diperiksa.
3. Dwell time, Cairan penetrant dibiarkan selama beberapa waktu (dwell time) agar dapat menembus ke dalam cacat atau diskontinuitas .

4. Pembersihan, Sisa cairan penetrant di permukaan dibersihkan, biasanya menggunakan tiner.
5. Aplikasi developer, Developer diaplikasikan pada permukaan material, sehingga cairan penetrant yang telah menembus cacat akan memancar ke permukaan.
6. Inspeksi, Cacat atau diskontinuitas akan terlihat sebagai indikasi dengan warna yang kontras dengan warna material, baik secara visual

Develope

cairan atau aerosol yang digunakan untuk membantu menarik penetrant yang telah masuk ke dalam retakan atau cacat permukaan material, sehingga cacat tersebut menjadi lebih jelas terlihat.

1. Pembersihan, Permukaan material dibersihkan dari kotoran, minyak, atau zat lain yang dapat mengganggu proses penetrasi pewarna.
2. Penetrant, Penetrant diaplikasikan pada permukaan material dan didiamkan selama beberapa menit agar dapat masuk ke dalam retakan atau cacat permukaan.
3. Pembersihan sisa penetrant, Sisa penetrant yang ada di permukaan dibersihkan dengan cairan pembersih, biasanya menggunakan tiner.
4. Aplikasi developer, Developer diaplikasikan pada permukaan material.
5. Interpretasi, Setelah developer diaplikasikan, penetrant yang telah masuk ke dalam cacat akan keluar dan membentuk indikasi yang lebih jelas.

Repair

Berikut adalah beberapa metode repair (perbaikan) yang dapat dilakukan setelah penetrant test mengidentifikasi cacat pada produk pengecoran logam:

1. Grinding (Penggerindaan)
 - Digunakan untuk cacat permukaan kecil seperti retak dangkal atau porositas.
 - Bagian yang cacat digerinda hingga cacat hilang, kemudian diperiksa ulang untuk memastikan tidak ada cacat tersisa.
2. Welding (Pengelasan)
 - Cacat seperti retak dalam atau lubang dapat diperbaiki dengan pengelasan (TIG, MIG, atau las busur).
 - Setelah pengelasan, area tersebut harus dibersihkan dan diuji ulang (misalnya dengan bor tunner atau gerinda).
3. Bor Tunner (pollesh)

- Digunakan untuk memolesh atau menghaluskan produk setelah di lakukan pengelasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis cacat pengecoran

- a. Porisitas mikro. Cacat yang berupa rongga-rongga kecil atau gelembung udara yang terperangkap didalam cetakan selama proses pengecoran.
- b. Sirip parting line Bagian logam tipis yang menempel di sepanjang celah antara dua bagian cetakan.
- c. Cairan dingin, Cacat yang terjadi ketika dua atau lebih aliran logam cair gagal menyatu sepenuhnya selama proses pengecoran, akibat terjadi retakan atau jahitan pada permukaan produk cor.
- d. Shinkage. Shrinkage terjadi karena kepadatan logam dalam berbentuk cair lebih kecil dibandingkan yang padat, Penyusutan ini meninggalkan rongga atau lubang pada cor.
- e. Ekor tikus, Ekor tikus muncul sebagai retakan atau garis tidak beraturan pada cetakan, cacat ini terjadi karena kegagalan kompresi pada permukaan rongga cetakan saat logam cair terlalu panas.
- f. Permukaan kasar. Cacat pengecoran dengan permukaan kasar, juga dikenal sebagai kulit kasar, terjadi ketika permukaan coran tidak halus seperti yang diharapkan.

Cara mengatasi cacat coran

- a. Porositas mikro,
 - 1) Mengontrol kandungan gas dalam logam cair
 - a) Lakukan degassing sebelum pengecoran, yaitu menghilangkan gas (seperti hidrogen pada aluminium) dari logam cair.
 - 2) Menjaga suhu tuang yang tepat
 - a) Tuang logam pada suhu yang optimal — tidak terlalu tinggi (mengurangi penyerapan gas) dan tidak terlalu rendah (mencegah pembekuan cepat).
 - 3) Desain cetakan dan sistem saluran yang baik
 - a) Desain cetakan harus memudahkan pengeluaran gas saat logam mengisi cetakan.
 - b) Gunakan ventilasi atau saluran udara untuk membantu pelepasan gas dari cetakan.
 - 4) Kontrol pendinginan (solidification control)
 - a) Pastikan pembekuan logam terjadi secara terarah dan merata.

- b) Hindari pendinginan terlalu cepat, karena bisa "menjebak" gas di dalam logam saat membeku.
- 5) Menggunakan paduan logam yang bersih
 - a) Pilih paduan dengan kemurnian tinggi atau tambahkan bahan penstabil (grain refiner) untuk memperbaiki struktur mikro logam.
- 6) Mengurangi turbulensi saat penuangan
 - a) Tuang logam dengan cara yang halus dan terkontrol (tidak menyiprat) agar udara tidak ikut terperangkap di dalam logam cair.
- b. Sirip parting line
 - 1) Pastikan cetakan tertutup rapat
 - a) Dua bagian cetakan harus pas dan presisi saat ditutup.
 - b) Gunakan penjepit (clamp) atau alat pengunci cetakan yang cukup kuat untuk menahan tekanan logam cair.
 - 2) Periksa dan rawat permukaan parting line cetakan
 - a) Permukaan sambungan cetakan harus rata dan bersih dari kotoran, pasir lepas, atau kerusakan.
 - b) Jika ada ketidakrataan, logam cair bisa keluar lewat celah tersebut.
 - 3) Gunakan tekanan tuang yang sesuai
 - a) Jangan terlalu tinggi menekan logam cair saat pengecoran, karena tekanan berlebih bisa memaksa logam menyusup keluar lewat celah parting line.
 - 4) Jaga kekuatan cetakan
 - a) Pastikan cetakan kuat dan tidak retak atau aus, karena cetakan lemah lebih mudah "terbuka" saat terkena tekanan logam cair panas.
 - 5) Desain parting line yang baik
 - a) Buat desain parting line di area yang mudah dijepit dan mudah dijaga kekuatannya.
 - b) Hindari desain yang menyebabkan tekanan tidak merata pada sambungan cetakan.
- c. Cairan dingin
 - 1) Naikkan suhu tuang logam
 - a) Pastikan suhu logam cair cukup tinggi saat dituangkan (sesuai spesifikasi material), sehingga logam tetap cair dan mudah menyatu ketika bertemu aliran lainnya.

2) Optimalkan kecepatan pengisian cetakan

- a) Atur kecepatan tuang supaya logam cair mengisi cetakan cukup cepat tapi tidak terlalu deras.
- b) Jika pengisian terlalu lambat → logam mulai membeku sebelum aliran lain datang → cold shut terjadi.

3) Perbaiki desain saluran dan sistem gating

- a) Rancang saluran masuk (gating system) agar aliran logam lancar dan stabil.
- b) Hindari aliran logam dari banyak arah bertemu tanpa kontrol — desain yang baik membantu dua aliran logam menyatu dengan sempurna.

4) Gunakan ventilasi cetakan yang cukup

- a) Sediakan lubang ventilasi untuk membuang gas/udara dari cetakan.
- b) Jika gas terjebak, aliran logam bisa terganggu dan gagal menyatu, memicu cold shut.

5) Pastikan cetakan dalam kondisi bersih dan kering

- a) Cetakan yang kotor, lembap, atau berminyak menghambat pembasahan logam pada dinding cetakan, membuat logam lebih sulit menyatu.

d. Shrinkage

1) Gunakan riser yang tepat dan efektif

- a) Riser harus berfungsi sebagai cadangan logam cair yang mengalir ke area cetakan yang membeku terakhir.
- b) Ukuran dan posisi riser harus tepat supaya mampu mengisi daerah yang menyusut.
- c) Gunakan riser dengan isolasi panas atau riser pemanas agar tetap cair lebih lama dari bagian utama coran.

2) Kendalikan arah pembekuan (Directional Solidification)

- a) Desain cetakan sedemikian rupa agar pembekuan terjadi dari bagian terjauh menuju riser.
- b) Hindari pembekuan di bagian dalam lebih dulu, supaya logam cair tetap bisa mengalir mengisi penyusutan.

3) Gunakan pendingin lokal (chills)

- a) Chills (material penghantar panas tinggi) bisa ditempatkan di daerah yang perlu membeku lebih cepat.
- b) Membantu mengarahkan pola pembekuan sehingga shrinkage bisa dikendalikan dan diarahkan ke riser.

4) Perbaiki desain cetakan

a) Minimalkan perbedaan ketebalan benda cor.
Bagian tebal cenderung membeku lebih lambat dan berisiko tinggi mengalami shrinkage.

b) Rancang cetakan agar aliran logam lancar dan pembekuan terkontrol.

5) Pengaturan suhu tuang yang optimal

a) Jangan menuang logam terlalu panas (bisa memperbesar shrinkage) atau terlalu dingin (menghambat pengisian sempurna).

b) Suhu tuang harus cukup tinggi untuk menjaga fluiditas logam sampai semua rongga terisi, namun tidak berlebihan.

e. Ekor tikus

1) Gunakan pasir cetak dengan ekspansi termal rendah

a) Pilih pasir cetak berkualitas yang tahan panas dan memiliki ekspansi kecil.

b) Bisa menggunakan pasir spesial seperti pasir silika berbutir halus atau campuran bahan tambahan anti-ekspansi.

2) Optimalkan campuran pasir cetak

a) Jangan terlalu banyak binder (pengikat) atau bahan tambahan dalam pasir cetak, karena itu bisa meningkatkan ekspansi termal.

b) Pastikan kadar air juga terkontrol agar cetakan tetap cukup fleksibel.

3) Gunakan cetakan dengan kekakuan sedang

a) Cetakan harus cukup kuat untuk menahan tekanan logam cair, tetapi juga cukup elastis agar bisa sedikit menyesuaikan diri saat terkena panas, mencegah tonjolan.

4) Kontrol suhu tuang logam

a) Suhu tuang logam jangan terlalu tinggi dari kebutuhan.

b) Logam terlalu panas → energi panas lebih besar → pasir cetak memuai berlebihan → lebih mudah membentuk cacat ekor tikus.

5) Perbaiki desain parting line cetakan

a) Hindari desain cetakan yang menghasilkan daerah datar luas tanpa dukungan.

b) Gunakan reinforcement atau penguat cetakan di daerah rawan.

f. Permukaan kasar

1) Gunakan pasir cetak dengan butiran halus

a) Pilih pasir cetak yang lebih halus dan seragam.

- b) Butiran pasir yang lebih kecil membuat permukaan cetakan lebih halus → hasilnya permukaan coran juga lebih halus.
- 2) Optimalkan campuran pasir dan binder
 - a) Pastikan komposisi pasir dan pengikat (binder) seimbang:
 - b) Terlalu banyak binder bisa menyebabkan kerak pada cetakan.
 - c) Terlalu sedikit binder membuat cetakan rapuh, sehingga permukaan mudah rusak saat penuangan.
- 3) Pastikan cetakan bersih dan kering
 - a) Cetakan harus bersih dari debu, minyak, air, atau kerak sebelum logam dituang.
 - b) Kelembaban atau kotoran pada cetakan bisa membuat permukaan coran jadi kasar.
- 4) Kontrol suhu tuang logam
 - a) Tuang logam dengan suhu yang tepat
 - b) Terlalu panas bisa merusak permukaan cetakan (erosi pasir).
 - c) Terlalu dingin membuat logam sulit mengisi permukaan cetakan dengan baik.
- 5) Perbaiki desain cetakan dan sistem pengisian
 - a) Rancang sistem aliran logam yang mengurangi kecepatan impak (benturan) logam cair ke dinding cetakan.
 - b) Hindari turbulensi berlebihan saat logam mengisi rongga cetakan.
- 6) Gunakan coating cetakan (opsional)
 - a) Untuk coran yang membutuhkan permukaan sangat halus, bisa menggunakan coating (pelapis) khusus di dalam cetakan pasir sebelum penuangan.
 - b) Coating membantu menghasilkan permukaan lebih halus dan melindungi cetakan dari erosi logam cair.

Kesimpulan

1. Jenis dan faktor yang sangat berpengaruh terhadap cacat coran :
 - a. Porisitas mikro. Faktor yang mempengaruhi cacat coran yaitu Gas terperangkap, Penyusutan logam, Kesalahan dalam proses pengecoran.
 - b. Sirip parting line, faktor penyebab cacat, Desain yang buruk, Tekanan yang terlalu tinggi, Tidak tepatnya pembukaan cetakan.
 - c. Cairan dingin, faktor penyebab cacat coran yaitu, Suhu logam cair terlalu rendah, Aliran logam lambat atau tidak stabil, Desain cetakan tidak optimal, Permukaan cetakan kotor atau berlapis oksida.
 - d. Shrinkage. faktor penyebab cacat coran, penyusutan volume saat logam membeku,

- Riser tidak efektif atau terlalu kecil, Arah pembukaan tidak terkontrol, Pendingin terlalu cepat di area tertentu, Desain cetakan yang buruk.
- e. Ekor tikus. faktor penyebab cacat coran, Ekspansi termal cetakan pasir, Kekakuan cetakan berlebihan, Komposisi pasir cetak tidak sesuai, Suhu logam cair terlalu tinggi.
 - f. Permukaan kasar. faktor penyebab cacat coran, Kualitas pasir cetak buruk, Ikatan pasir lemah, Suhu tuang terlalu tinggi, Jenis cetakan tidak sesuai, Kontaminasi pada cetakan, Desain cetakan kurang baik.
2. Cara mengatasi cacat pengecoran pada pembuatan bonet yaitu :
- a. Meningkatkan kualitas cetakan agar hasil akhir yang maksimal
 - b. Meningkatkan kualitas pola (*pattern*)
 - c. Pembuatan cetakan pasir yang tidak sempurna
 - d. Membuat *lab test* untuk melakukan hasil cetakan

DAFTAR PUSTAKA

- CV Parama Berdikari Logam. (n.d.). Jasa pengecoran logam. *Paramalogam.com*.
- Daryanto, A. (2016). *Teknologi Pengecoran Logam*. Bandung: Alfabeta.
- Nisa, Khoerun. "Pengecoran Logam: Pengertian, Jenis-jenis dan Cara Kerjanya." *Troben.id*, 24 Desember 2024.
- Politeknik Negeri Sriwijaya. "BAB II: Tinjauan Pustaka."
- Suprpto, Wahyono. *Teknologi Pengecoran Logam*. Universitas Brawijaya Press.
- Suyitno. (2008). *Proses Pengecoran Logam*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press
- Transvalor USA. (2022, Juli 19). The 21 most common defects in the metal casting process. *Transvalor USA Blo*