

# PENGARUH TEMPERATUR CETAKAN PADA CACAT VISUAL PRODUK PISTON DENGAN METODE DIE CASTING

\*Aang Kurniawan<sup>1</sup>, Susilo Adi Widyanto<sup>2</sup>, Yusuf Umardhani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: aangmesin@live.com

## ABSTRACT

*The need of the piston is increasing with the increasing number of motorcycles. Piston are not only made by large scale producers but also by small and medium industries. Challenges faced by small and medium industries are how to compete with large industry due to limited knowledge and technology in the field of metal casting. The material used is secondhand aluminum and addition aluminum alloy ADC12 which is a composition of silicon <12%.*

*The research is done with making mould of die casting and making of moulding machine. Variable selected in this research is die temperatur (250°C, 320°C, 350°C and 400 °C) and cast temperatur is 800°C which pass trough casting process with method of die casting to know the casting defect that happen analysed visually. Preparation of casting by melting secondhand aluminum and ADC12 whice later to process casting.*

*Results show the casting defects that happened for example cold shut, shrinkage, rough surface and porosity. Optimum die temperatur in process casting piston product with metode of die casting is die temperatur 320°C, because this temperatur defect that happened in the from of shrinkage happened some of just small at area below cover rough surface that happened of piston products that can still be tolerated. At die temperatur more than 320°C the dominant shrinkage happened at the bottom of the piston cover. And the die temperatur less than 320°C cold shut will happened primarily in the location of thin walled.*

**Keywords:** Die casting, die temperatur, shrinkage.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan alat transportasi terus meningkat diikuti dengan meningkatnya industri otomotif dalam negeri khususnya produksi mobil, Penjualan mobil 2013 diproyeksikan menyentuh angka 11 juta unit. Untuk tahun ini, menurut Budi, penjualan mobil dapat mencapai sekitar 950.000 unit berkat meningkatnya kapasitas produksi di sejumlah pabrik milik agen pemegang merek (APM). "Menjelang akhir tahun biasanya permintaan mobil meningkat dan event Indonesia International Motor Show (IIMS) 2012 memberikan kontribusi yang besar terhadap penjualan mobil di dalam negeri," paparnya[1].

Sedangkan itu, Ketua Umum Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) Sudirman Maman Rusdi mengatakan, industri otomotif Indonesia bisa mengungguli Thailand dalam tiga hingga empat tahun mendatang. Hal ini harus didukung sejumlah faktor, seperti kesiapan infrastruktur, kebijakan pemerintah, pemberian insentif untuk penelitian dan pengembangan, serta kemudahan dalam mendapatkan bahan baku seperti besi baja, aluminium, karet dan plastik. Berdasarkan data Gaikindo, penjualan mobil selama periode Januari hingga September 2012 mencapai 816.322 unit. Angka tersebut mendekati total penjualan tahun lalu sebesar 894.164. Target penjualan 1 juta unit pada tahun ini akan tercapai[1].

Peningkatan jumlah mobil tersebut, akibat meningkatnya daya beli masyarakat dan juga banyak kemudahan untuk memiliki mobil baru atau bekas. Dampak dari meningkatnya jumlah mobil tentunya menarik industri pengecoran untuk memproduksi komponen suku cadang mobil tersebut. Piston pada mesin juga dikenal dengan istilah torak adalah bagian (*parts*) dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima tekanan hasil pembakaran pada ruang bakar. Piston terhubung ke poros engkol (*crankshaft*,) melalui setang piston (*connecting rod*). Material piston umumnya terbuat dari bahan yang ringan dan tahan tekanan, misal aluminium yang sudah dicampur bahan tertentu (*aluminium alloy*). Dikarenakan bahan tersebut maka piston memiliki muai yang lebih besar dibandingkan dengan rumahnya (*cylinder block*). Hal tersebut harus diantisipasi dengan *clearence cylinder block* dan piston (selisih diameter piston dengan diameter *cylinder block*)[2].

Kebutuhan penggunaan piston semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah mobil. Produksi piston tidak hanya dilakukan oleh produsen skala besar tetapi juga dilakukan oleh industri kecil menengah. Tantangan yang dialami oleh industri kecil menengah adalah bagaimana agar dapat bersaing dengan industri besar dikarenakan keterbatasan

pengetahuan dan teknologi dibidang pengecoran logam.

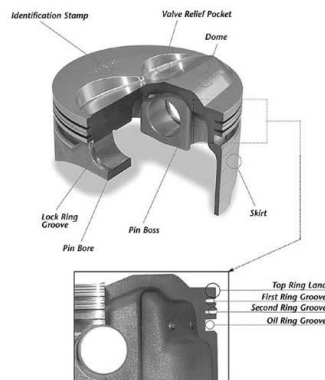
Oleh karena itu pada penelitian ini akan mencoba penelitian pembuatan produk piston dengan menggunakan metode *die casting* terhadap pengaruh temperatur cetakan pada kualitas hasil pengecoran piston yang akan dianalisa secara visual, sehingga untuk memperoleh kualitas produk piston yang baik. Dengan bahan baku aluminium bekas dan campuran dengan ADC 12 dengan berbagai variasi temperatur cetakan, pembentukannya melalui proses *die casting*.

Penelitian yang dilakukan merupakan pembahasan hasil pengecoran *die casting* dengan bahan baku aluminium bekas dan campuran dengan ADC 12. Kualitas produk dianalisis secara visual untuk melihat cacat yang terjadi pada hasil coran. Sehingga hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan bisa bermanfaat bagi dunia industri kecil dalam pembuatan piston dengan material piston bekas dan campuran ADC 12 dengan berbagai macam variasi temperatur dari 250°C, 320°C, 350°C, dan 400 °C.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Piston

Piston dalam bahasa Indonesia juga dikenal dengan istilah torak adalah komponen dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima hentakan pembakaran pada ruang bakar silinder liner. Komponen mesin ini dipegang oleh setang piston yang mendapatkan gerakan turun-naik dari gerakan berputar *crankshaft*. Bentuk bagian-bagian piston dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar bagian-bagian piston[3].

### 2.2 Aluminium dan Paduannya

Aluminium adalah logam yang ringan dan cukup penting dalam kehidupan manusia. Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistim periodik unsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol (sma). Struktur kristal aluminium adalah struktur kristal FCC, sehingga aluminium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah. Keuletan yang tinggi dari aluminium menyebabkan logam tersebut mudah dibentuk atau mempunyai sifat

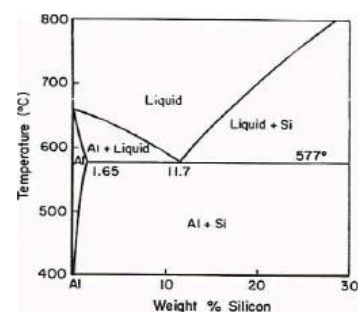
mampu bentuk yang baik. Aluminium memiliki beberapa kekurangan yaitu kekuatan dan kekerasan yang rendah bila dibanding dengan logam lain seperti besi dan baja. Aluminium memiliki karakteristik sebagai logam ringan dengan densitas 2,7 g/cm<sup>3</sup> [4].

Selain sifat-sifat tersebut Aluminium mempunyai sifat-sifat yang sangat baik dan bila dipadu dengan logam lain bisa mendapatkan sifat-sifat yang tidak bisa ditemui pada logam lain. Adapun sifat-sifat dari aluminium antara lain: ringan, tahan korosi, penghantar panas dan listrik yang baik. Sifat tahan korosi pada aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida aluminium pada permukaan aluminium. Aluminium merupakan salah satu logam yang berasal dari material Bauksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Saat ini penggunaan aluminium sudah sangat luas, diantaranya aluminium banyak digunakan sebagai peralatan rumah tangga, industri otomotif, industri pesawat terbang, konstruksi bangunan, dan sebagainya. Penggunaan aluminium yang cukup luas dikarenakan aluminium memiliki beberapa kelebihan.

Memadukan aluminium dengan unsur lainnya merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat aluminium tersebut. Paduan adalah kombinasi dua atau lebih jenis logam, kombinasi ini dapat merupakan campuran dari dua struktur kristalin. Paduan dapat disebut juga sebagai larutan padat dalam logam. Larutan padat mudah terbentuk bila pelarut dan atom yang larut memiliki ukuran yang sama dan struktur elektron yang serupa. Larutan dalam logam utama tersebut memiliki batas kelarutan maksimum. Apabila larutan melebihi daya larut maksimum maka akan membentuk fasa lain. Paduan yang masih dalam batas kelarutan disebut dengan paduan logam fasa tunggal. Sedangkan paduan yang melebihi batas kelarutan disebut dengan fasa ganda. Peningkatan kekuatan dan kekerasan logam paduan disebabkan oleh adanya atom-atom yang larut yang menghambat pergerakan dislokasi dalam kristal sewaktu deformasi plastis[4].

### 2.3 Paduan Al-Si

Paduan Al-Si merupakan material yang memiliki sifat mampu cor yang baik, dapat diproses dengan permesinan, dan dapat dilas. Diagram fasa paduan Al-Si ditunjukkan pada Gambar 2 dimana diagram fasa ini digunakan sebagai pedoman umum untuk menganalisa perubahan fasa pada proses pengecoran Al-Si.



Gambar 2. Diagram fasa Al-Si[5]

Jenis paduan Al-Si menurut kandungan silicon sesuai diagram fasa Al-Si terdiri dari 3 macam, yaitu:

a. *Hypoeutectic*

Paduan Al-Si disebut *Hypoeutectic* yaitu apabila pada paduan tersebut terdapat kandungan silicon < 11.7% dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur ferrite (alpha) yang kaya akan aluminium dengan struktur eutektik sebagai tambahan.

b. *Eutectic*

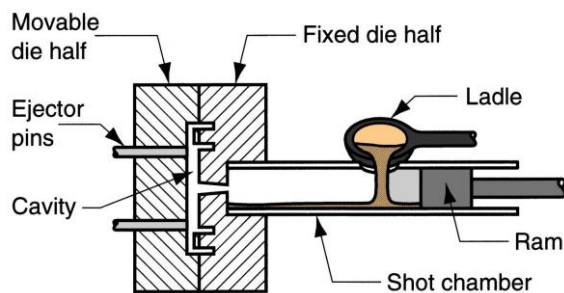
Paduan Al-Si disebut *Eutectic* yaitu apabila pada paduan tersebut terdapat kandungan silicon sekitar 11.7% sampai 12.2%. Pada komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fasa cair ke fasa padat).

c. *Hypereutectic*

Paduan Al-Si disebut *Hypereutectic* yaitu apabila pada paduan tersebut terdapat kandungan silicon lebih dari 12.2% sehingga kaya akan kandungan silicon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan. Dengan adanya struktur Kristal silicon primer pada daerah ini mengakibatkan karakteristik sebagai berikut: ketahanan aus paduan meningkat, ekspansi termal rendah dan memiliki ketahanan retak panas yang baik[6].

## 2.4 Die Casting

Pembuatan piston pada umumnya dilakukan dengan proses pengecoran, adapun proses pengecoran yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *die casting*. Proses ini mempergunakan tekanan dalam memasukkan logam cair ke dalam rongga cetakan dan dengan di bawah tekanan dibiarkan membeku[7]. *Die Casting* umumnya untuk logam *non Ferrous* dan paduan. Cetakan *die* dalam penelitian ini terbuat dari baja karbon. Keuntuntungan proses *die casting* antara lain : ukuran dan bentuk benda sangat tepat, akurasi dimensi produk relatif baik sehingga sedikit membutuhkan proses *finishing* dan baik untuk produksi massal, Gambar mesin die casting dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Mesin HPDC[6].

## 2.5 Cacat Produk Coran

Dalam proses pengecoran dengan metode *die casting*, terdapat cacat yang terjadi karena berbagai macam sebab. Pengaruh ini dapat berasal dari mesin cor, cetakan, komposisi logam dalam hal ini paduan aluminium, temperatur cetakan, dan siklus produksi

yang tidak stabil. Dalam pengamatan produk piston ini, pengamatan diprioritaskan pada cacat visual yang mencolok, antara lain:

a. Cacat porositas

Porositas adalah suatu cacat atau void pada produk cor yang dapat menurunkan kualitas benda tuang. Cacat yang disebabkan adanya gas yang terjebak dalam coran dalam ukuran yang kecil dan tersebar secara acak. Penyebab utama timbulnya cacat porositas pada proses pengecoran adalah: temperatur penuangan yang tinggi, gas yang terserap dalam logam cair selama proses penuangan, cetakan yang kurang kering, reaksi antara logam induk dengan uap air dari cetakan, kelarutan hidrogen yang tinggi[7].

b. Cacat penyusutan (*shrinkage*)

Pembekuan dimulai dari logam cair yang bersentuhan dengan cetakan dan pada umumnya logam memiliki densitas yang lebih tinggi pada keadaan padat dibandingkan dalam keadaan cair, perbedaan ini akan memicu terjadinya penyusutan selama pembekuan, hasilnya pada bagian tengah, bagian yang paling lambat mengalami pembekuan akan mengalami cacat penyusutan[8].

c. Cacat retak (*crack*)

Cacat retak pada coran dapat disebabkan karena penyusutan dan karena adanya tegangan sisa. Untuk retak penyusutan biasanya terjadi pada bagian fillet yang tajam. Sedangkan retak karena tegangan sisa ditandai dengan adanya robekan panas yang terjadi pada temperatur tinggi maupun pada temperatur rendah (saat pendinginan). Keduanya disebabkan karena penyusutan yang tidak seimbang[8].

d. Cacat sirip (*flash*)

Sirip adalah cacat yang terjadi pada bagian pinggir coran yang berupa sirip tipis[8]. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: temperatur logam terlalu tinggi, jumlah logam yang dituang terlalu banyak dan kesesuaian belahan cetakan yang buruk.

e. *Cold flow/cold shut*

Cacat coran yang terjadi dimana logam yang mengalir mengalami pembekuan yang terlalu cepat sehingga logam tidak menyatu dan membentuk kerutan.

f. Permukaan kasar

Cacat coran ini berupa permukaan yang kasar seperti berpasir yang disebabkan karena daerah pebekuan yang lebar dimana perbedaan temperatur awal masuk cetakan dengan temperatur saat membeku cukup besar.

g. *Blow hole*

Cacat yang disebabkan tekanan gas yang terlokalisir yang melampui tekanan logam disemua tempat selama proses solidifikasi metal. *Blow* atau *gas hole* akan nampak seperti area yang tertekan pada permukaan coran atau pada permukaan bawah *cavity*.

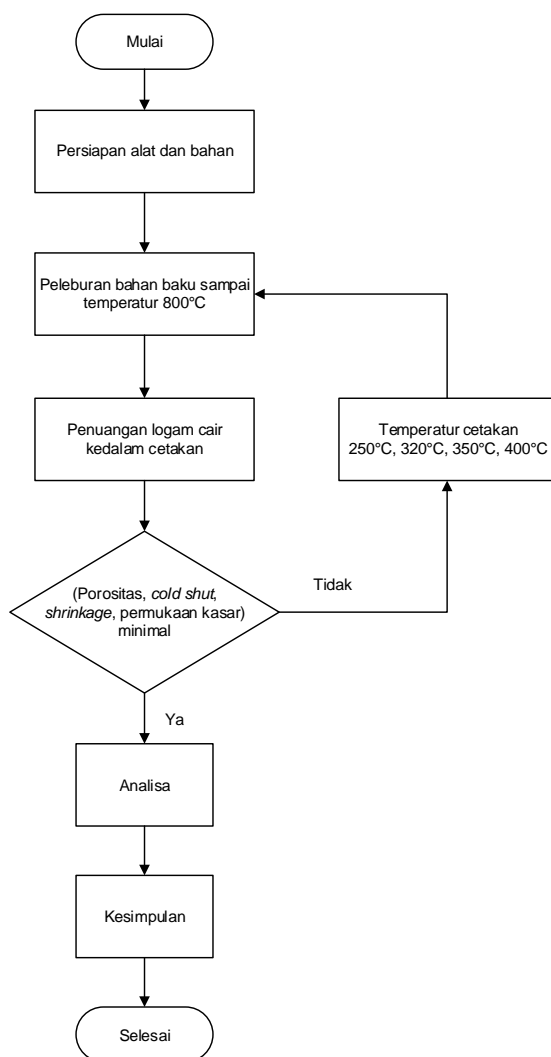
#### h. Misrun

Cacat yang terjadi ketika logam cair memasuki cetakan, dan jika logam cair tidak dapat mengalir dengan baik dan dapat menyebabkan cacat coran. Dimana logam cair membeku secara cepat yang menyebabkan beberapa bagian atau cabang pada coran tidak terisi[8].

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam sebuah penelitian diperlukan diagram alir untuk menggambarkan bagaimana jalannya proses penelitian tersebut mulai dari awal hingga akhir yang dilakukan. Pada Gambar 4 adalah diagram alir penelitian proses pengecoran produk piston sebagai berikut:

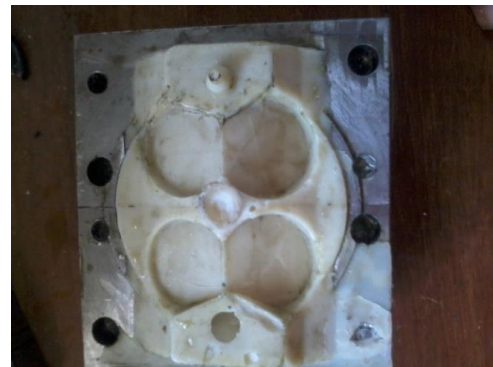


Gambar 4. Diagram alir penelitian

Tahapan awal penelitian ini adalah mempersiapkan alat dan bahan yang meliputi material aluminium bekas dan tambahan ADC12. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tungku krusibel, burner, blower, kowi, vernier caliper, thermocouple, cetakan die casting dan alat pengecoran.

#### 3.2 Proses Pengecoran Produk Piston

Sebelum melakukan proses pengecoran pembuatan produk piston dengan bahan aluminium cair, terlebih dahulu kita melakukan percobaan pengecoran dengan menggunakan bahan lilin yang dilelehkan dahulu menggunakan oven yang kemudian dituang ke dalam cetakan yang ditunjukkan pada Gambar 5. Ini untuk memastikan apakah nanti hasilnya sesuai dengan geometri produk yang kita inginkan dan cetakan dapat berfungsi dengan baik

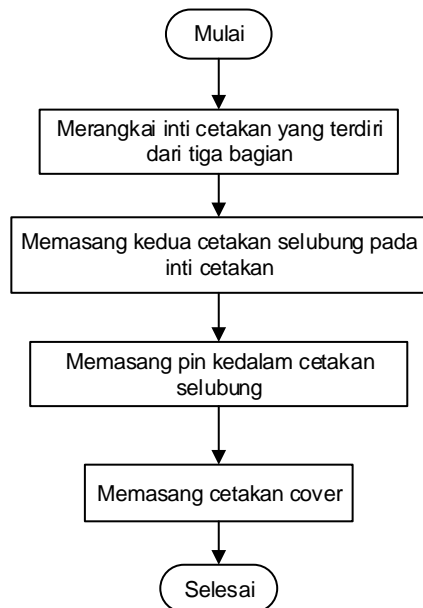


Gambar 5. Lilin sebagai bahan pengecoran awal

Kemudian setelah melakukan percobaan pengecoran dengan lilin, selanjutnya dengan menggunakan bahan baku aluminium bekas yang berasal dari material piston bekas dan dengan ditambahkan kurang lebih 15% berat bahan ADC 12. Yang melalui beberapa tahapan proses dalam pengecoran, temperatur logam cair dijaga pada suhu 800°C serta temperatur cetakan divariasikan pada 250°C, 320°C, 350°C, dan 400°C.

- Proses pemotongan piston bekas dan ADC12  
Proses ini bertujuan agar bahan bisa masuk ke dalam kowi dan mempercepat proses peleburan, sehingga waktu proses peleburan bisa berjalan lebih cepat.
- Proses pemberian cairan silikon  
Proses ini bertujuan agar mengurangi terbakarnya cetakan, akibat panas yg diberikan terhadap cetakan dan untuk melapisi cetakan agar tahan lama, serta diharapkan bisa memperbaiki sifat aluminium cair.
- Merangkai cetakan dan memasang pada alat pengecoran

Proses ini dilakukan setelah pemberian cairan silikon, proses merangkai cetakan melalui beberapa tahapan yaitu diawali dengan melakukan bagian inti, kemudian cetakan selubung dan yang terakhir cetakan cover yang dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini. Dan setelah selesai merangkai cetakan kemudian diletakkan terhimpit oleh pemanas cetakan pada alat pengecoran die casting.



**Gambar 6.** Diagram alir proses merangkai cetakan

d. Proses peleburan

Pada proses ini potongan piston bekas dileburkan dan ditambahkan  $\pm 15\%$  berat bahan ADC 12, yang dimasukkan ke dalam kowi, dan kowi dimasukkan ke dalam tungku krusibel. Burner pada tungku dinyalakan dan disekeliling tungku ditambahi arang kayu agar proses peleburan menjadi lebih cepat, dan suhu dijaga sekitar  $800^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 7.** Proses peleburan menggunakan tungku krusibel

e. Proses penuangan ke cetakan

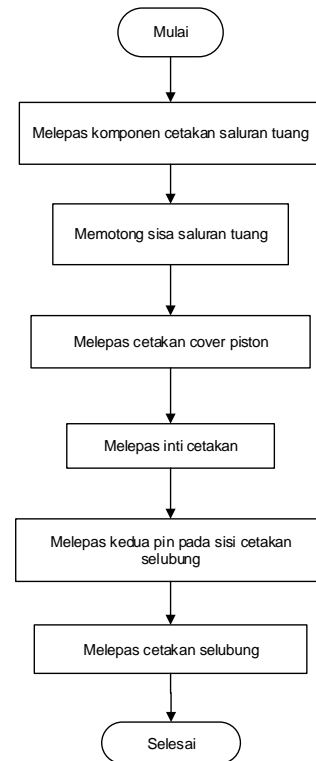
Sebelum proses penuangan dilakukan, suhu logam cair dijaga pada suhu sekitar  $800^{\circ}\text{C}$ , kemudian kowi diangkat dari tungku krusibel. Temperatur cetakan diatur dalam empat variasi yaitu  $250^{\circ}\text{C}$ ,  $320^{\circ}\text{C}$ ,  $350^{\circ}\text{C}$ , dan  $400^{\circ}\text{C}$ . Saat penuangan diusahakan sedekat mungkin dengan cetakan, ini untuk menghindari logam coran cepat membeku dan dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi kesalahan dalam proses penuangan.

f. Membongkar dan membersihkan coran

Setelah logam cair sudah membeku dalam cetakan, dilakukan pembongkaran. Cetakan dipasang diatas ragam untuk mempermudah proses pembongkaran dan menghindari panas.

Diperlukan berbagai macam alat bantu seperti kunci pas, kunci L, tang dan lain-lain.

Diagram alir proses pembongkaran cetakan setelah proses pengecoran dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



**Gambar 8.** Diagram alir pembongkaran cetakan

g. Pemeriksaan hasil coran

Dari pemeriksaan hasil coran, maka akan diketahui kekurangan suatu proses yang telah dilakukan, dimana adanya kekurangan tersebut akan meningkatkan hasil yang berkualitas. Pemeriksaan hasil coran dengan bahan aluminium bekas banyak terdapat cacat dikarenakan beberapa aspek, antara lain: *human error* (artinya kesalahan dalam proses penuangan/ketidaktelitian dalam proses penuangan), geometri cetakan yang belum optimal ataupun peralatan yang kurang mendukung dalam proses pengecoran.

#### 4. HASIL PENELITIAN

Pada tahapan ini, untuk mengetahui kualitas hasil pengecoran piston dengan metode *die casting* pada berbagai variasi temperatur cetakan antara lain  $250^{\circ}\text{C}$ ,  $320^{\circ}\text{C}$ ,  $350^{\circ}\text{C}$ , dan  $400^{\circ}\text{C}$ . Akan diperoleh hasil pengecoran yang mungkin banyak kekurangan dalam proses pengecoran ataupun hasil yang kurang sempurna. Maka setelah dilakukan pengecoran kemudian dilakukan identifikasi tentang kualitas hasil coran untuk melihat cacat-cacat yang terjadi pada hasil pengecoran piston yang dianalisis secara visual, antara lain:



#### 4.1 Cold shut / pertemuan dingin

Gambar 9 di bawah ini merupakan hasil pengecoran pada temperatur cetakan 250°C.



**Gambar 9.** Cacat pertemuan dingin pada temperatur cetakan 250°C

*Cold shut* / pertemuan dingin pada proses pengecoran pembuatan piston hanya terjadi pada temperatur cetakan 250°C. Karena pada temperatur ini suhu cetakan terlalu rendah, sehingga logam cair cepat mengalami pembekuan sebelum logam cair masuk semua kedalam cetakan. Sedangkan pada temperatur cetakan 320°C, 350°C dan 400°C seluruh rongga terisi dengan baik.

#### 4.2 Shrinkage

a. Temperatur cetakan 250°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 250°C menunjukkan cacat penyusutan sering terjadi. Cacat ini terjadi pada posisi di bawah cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 10.



**Gambar 10.** *Shrinkage* pada temperatur cetakan 250°C

Pada Gambar 10 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 250°C menunjukkan *shrinkage* terjadi di bawah cover piston, pada daerah ini merupakan dimensi paling tebal dari hasil produk coran. Ukuran atau daerah yang mengalami *shrinkage* bagian di bawah cover piston hampir seluruh bagian mengalami cacat.. Dan pada proses pengecoran selanjutnya dengan menggunakan temperatur cetakan 250°C membuktikan bahwa tetap terdapat cacat dominan *shrinkage* pada hasil produk piston.

b. Temperatur cetakan 320°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 320°C menunjukkan terjadinya cacat penyusutan pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi di bawah cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11.** *Shrinkage* pada temperatur cetakan 320°C

Pada Gambar 11 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 320°C menunjukkan *shrinkage* terjadi pada bagian bawah cover piston, pada daerah ini merupakan dimensi paling tebal dari hasil produk coran. Ukuran atau daerah yang mengalami *shrinkage* pada bagian bawah cover piston hanya sedikit saja yang mengalami penyusutan pada daerah tersebut, sedangkan pada daerah lain memiliki permukaan yang lebih baik dari pada hasil dengan menggunakan temperatur cetakan 250°C.

c. Temperatur cetakan 350°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 350°C menunjukkan terjadinya cacat penyusutan pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi di bawah cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 12.



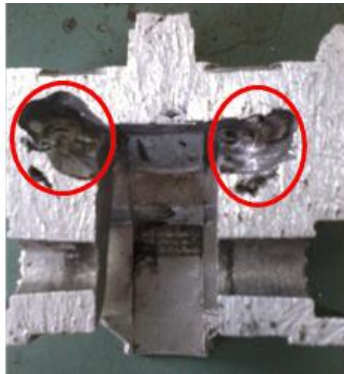
**Gambar 12.** *Shrinkage* pada temperatur cetakan 350°C

Pada Gambar 12 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 350°C menunjukkan *shrinkage* terjadi di bawah cover piston,

pada daerah ini merupakan dimensi paling tebal dari hasil produk coran. Ukuran atau daerah yang mengalami *shrinkage* bagian di bawah cover piston lebih lebar dari pada menggunakan temperatur cetakan 320°C. Sedangkan pada daerah permukaan atas cover piston juga hanya terdapat beberapa daerah saja yang mengalami penyusutan. Ini membuktikan bahwa pada temperatur cetakan lebih dari 320°C *shrinkage* kembali muncul dan daerah yang mengalami cacat coran menjadi lebih lebar yang berada di bawah cover piston yang menyebabkan hasil produk piston mengalami cacat pengecoran.

d. Temperatur cetakan 400°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 400°C menunjukkan terjadinya cacat penyusutan pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi di bawah cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



**Gambar 13.** *Shrinkage* pada temperatur cetakan 400°C

Pada Gambar 13 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 400°C menunjukkan *shrinkage* terjadi di bawah cover piston, pada daerah ini merupakan dimensi paling tebal dari hasil produk coran. Ukuran atau daerah yang mengalami penyusutan bagian di bawah cover piston hampir semua bagian mengalami cacat dan terbentuk lubang lebih dalam pada kedua sisinya dari pada menggunakan temperatur cetakan 320°C dan 350°C. Ini membuktikan bahwa pada temperatur cetakan 400°C cacat penyusutan kembali muncul yang berada di bawah cover piston seiring dengan peningkatan temperatur cacat semakin melebar sehingga hasil produk piston mengalami cacat pengecoran.

**4.3 Permukaan kasar**

Pengecoran pembuatan produk piston yang dilakukan dalam berbagai variasi temperatur cetakan membuktikan bahwa terdapat permukaan kasar yang terjadi pada berbagai posisi, antara lain :

a. Temperatur cetakan 250°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 250°C menunjukkan terjadi

permukaan kasar pada hasil coran, yang ditunjukkan pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Permukaan kasar pada temperatur cetakan 250°C

Pada Gambar 14 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 250°C menunjukkan terdapat cacat berupa permukaan kasar yang terjadi pada bagian permukaan produk piston. Ukuran atau daerah yang mengalami permukaan kasar hampir seluruh bagian mengalami cacat serta terbentuk seperti berpasir serta sampai terbentuk lubang yang tidak mengisi seluruh sisi hasil produk pengecoran piston, ini tentu sangat merugikan karena hasil pengecoran mengalami cacat yang tidak bisa diperbaiki melalui proses *machining*. Cacat berupa permukaan kasar yang mengakibatkan samapai terbentuknya kekosongan lubang ini bisa juga dikarenakan ketidak kontinyuan dalam proses penuangan serta temperatur cetakan yang terlalu rendah yaitu 250°C sehingga logam cair mengalami pembekuan yang cepat sebelum logam cair mengisi seluruh rongga cetakan.

b. Temperatur cetakan 320°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 320°C menunjukkan terjadi permukaan kasar pada hasil coran, yang ditunjukkan pada Gambar 15.



**Gambar 15.** Permukaan kasar pada temperatur cetakan 320°C

Pada Gambar 15 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperature cetakan 320°C menunjukkan terdapat cacat berupa permukaan kasar

yang terjadi pada bagian permukaan produk piston. Ukuran atau daerah yang mengalami permukaan kasar hanya sebagian kecil permukaan dan cenderung menyebar, tetapi permukaan kasar yang terjadi pada temperatur cetakan ini tidak begitu merugikan, karena hasil dari proses pengecoran produk piston yang mengalami cacat permukaan kasar pada temperatur 320°C apabila dilakukan proses *machining* hasilnya permukaan masih tetap baik. Dikarenakan permukaan kasar yang terjadi hanya pada bagian atau daerah permukaan tertentu yang memiliki kekasaran yang tidak begitu dalam. Sehingga pada temperatur cetakan 320°C kekasaran permukaan masih bisa ditolerir untuk proses pengecoran selanjutnya.

c. Temperatur cetakan 350°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 350°C menunjukkan terjadi permukaan kasar pada hasil coran, yang ditunjukkan pada Gambar 16.



**Gambar 16.** Permukaan kasar pada temperatur cetakan 350°C

Pada Gambar 16 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 350°C menunjukkan terdapat cacat berupa permukaan kasar yang terjadi pada bagian permukaan produk piston. Ukuran atau daerah yang mengalami permukaan kasar hanya sebagian kecil permukaan dan cenderung menyebar, tetapi permukaan kasar yang terjadi pada temperatur cetakan ini tidak begitu merugikan, karena hasil dari proses pengecoran produk piston yang mengalami cacat permukaan kasar pada temperatur 350°C apabila dilakukan proses *machining* hasilnya permukaan masih tetap baik. Dikarenakan permukaan kasar yang terjadi hanya pada bagian atau daerah permukaan tertentu yang memiliki kekasaran yang tidak begitu dalam. Sehingga pada temperatur cetakan 350°C kekasaran permukaan masih bisa ditolerir untuk proses pengecoran selanjutnya. Permukaan dari hasil pengecoran pada temperatur 350°C hampir sama dengan permukaan pada temperatur 320°C.

d. Temperatur cetakan 400°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 400°C menunjukkan terjadi

permukaan kasar pada hasil coran, yang ditunjukkan pada Gambar 17.



**Gambar 17.** Permukaan kasar pada temperatur cetakan 400°C

Pada Gambar 4.9 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 400°C menunjukkan permukaan kasar yang terjadi semakin menurun, sehingga pada temperatur cetakan ini memiliki permukaan paling baik dari pada menggunakan temperatur cetakan 250°C, 320°C, 400°C. Sehingga seiring dengan meningkatnya temperature cetakan maka kekasaran permukaan semakin baik, dikarenakan perbedaan temperatur penguangan dengan temperatur cetakan cukup sedikit. Permukaan dari hasil pengecoran pada temperatur 400°C memiliki karakteristik hampir sama dengan permukaan pada temperatur 320°C dan 350°C dikarenakan permukaan yang kasar masih baik.

**4.4 Cacat porositas**

a. Temperatur cetakan 250°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 250°C menunjukkan terjadinya cacat porositas pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi sekeliling dinding piston, yang ditunjukkan pada Gambar 18.



**Gambar 18.** Porositas pada temperatur cetakan 250°C

Pada Gambar 4.10 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 250°C menunjukkan porositas terjadi pada temperatur ini. Ukuran atau daerah yang mengalami porositas berada di sekitar dinding piston, hampir seluruh bagian



mengalami cacat yang tersebar dengan ukuran yang dalam. Dengan menggunakan temperatur cetakan 250°C membuktikan bahwa terdapat cacat porositas yang merugikan pada hasil produk piston.

b. Temperatur cetakan 320°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 320°C menunjukkan terjadinya cacat porositas pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi bagian atas cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 19.



**Gambar 19.** Porositas pada temperatur cetakan 320°C

Pada Gambar 19 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 320°C menunjukkan porositas terjadi pada temperatur ini. Ukuran atau daerah yang mengalami porositas berada di permukaan atas cover piston, hanya beberapa daerah mengalami cacat yang tersebar berbentuk seperti pasir.

c. Temperatur cetakan 350°C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 350°C menunjukkan terjadinya cacat porositas pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi bagian atas cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 20.

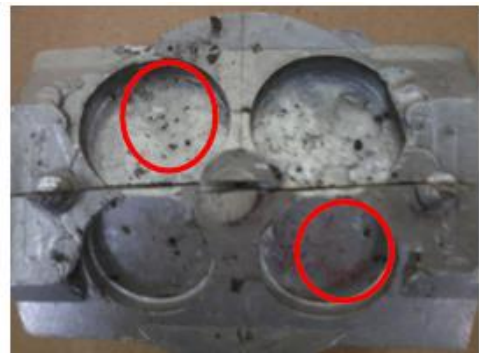


**Gambar 20.** Porositas pada temperatur cetakan 350°C

Pada Gambar 20 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 350°C menunjukkan porositas terjadi pada temperatur ini. Ukuran atau daerah yang mengalami porositas berada di permukaan atas cover piston, hanya beberapa daerah mengalami cacat yang tersebar berbentuk seperti pasir.

d. Temperatur cetakan 400 °C

Produk hasil pengecoran yang dilakukan pada temperatur cetakan 400°C menunjukkan terjadinya cacat porositas pada hasil coran. Cacat ini terjadi pada posisi bagian atas cover piston, yang ditunjukkan pada Gambar 21.



**Gambar 21.** Porositas pada temperatur cetakan 400°C

Pada Gambar 21 memperlihatkan hasil yang diperoleh dari pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 400°C menunjukkan porositas terjadi pada temperatur ini. Ukuran atau daerah yang mengalami porositas berada di permukaan atas cover piston, hanya beberapa daerah mengalami cacat yang tersebar berbentuk seperti pasir dan menyebar secara acak.

#### 4.5 Cacat sirip

Cacat sirip ini biasanya terjadi pada bagian pinggir coran yang berupa sirip tipis, dan hal ini bisa disebabkan beberapa hal, antara lain: jumlah logam cair yang dituang ke dalam cetakan terlalu banyak, sehingga logam cair ini akan meluber dari celah-celah cetakan sehingga terbentuk sirip serta disebabkan juga pada kesesuaian belahan cetakan yang buruk.

Cacat sirip pada proses pembuatan produk piston dengan metode *die casting* ini tidak terjadi pada semua variasi temperatur cetakan tetapi hanya terjadi dikarenakan kesalahan prosedur dalam proses perakitan cetakan, sehingga kadang kesesuaian belahan dari cetakan kurang rapat dan bisa disebabkan juga karena logam cair pada proses penuangan yang masuk ke dalam cetakan *die casting* terlalu banyak, sehingga logam cair setelah mengalami pembekuan terbentuk sirip pada celah-celah cetakan, dan setelah dilakukan pembongkaran cetakan terlihat cacat berupa sirip terlihat pada bagian pinggir coran, yang ditunjukkan pada Gambar 22.



**Gambar 22.** Cacat sirip

## 5 KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses pengecoran piston hasil pengecoran dengan metode *die casting* didapatkan kesimpulan:

- a. Cacat coran yang terjadi pada proses pengecoran produk piston dengan metode *die casting* pada temperatur cetakan 250°C antara lain *cold shut* / pertemuan dingin, *shrinkage*, permukaan kasar dan porositas. Pada temperatur cetakan 320°C antara lain *shrinkage*, permukaan kasar dan porositas. Pada temperatur cetakan 350°C antara lain *shrinkage*, permukaan kasar dan porositas. Pada temperatur cetakan 400°C antara lain *shrinkage*, permukaan kasar dan porositas.
- b. Temperatur cetakan yang mengalami cacat coran dengan dimensi paling sedikit dalam proses pengecoran produk piston dengan metode *die casting* adalah pada temperatur cetakan 320°C, karena pada temperatur ini cacat yang terjadi berupa *shrinkage* hanya terjadi sebagian kecil saja pada daerah di bawah cover piston. Permukaan kasar yang terjadi pada bagian permukaan produk piston hanya sebagian kecil permukaan dan cenderung menyebar, tetapi permukaan kasar yang terjadi pada temperatur cetakan ini tidak terlalu dalam. Cacat porositas yang terjadi dikarenakan pada proses pembuangan gas tidak begitu baik, sehingga gas cenderung terjebak dalam produk cor.

## 6. REFERENSI

- [1] <http://www.Gaikindo.com/Otomotif.htm>, "Indonesia International Motor Show," (diakses: 15 Desember 2012).
- [2] Cole, G.S., and Sherman, A.M., 1995, "Light weight materials for automotive applications," *Material Characterization*, 35 (1) pp. 3–9.
- [3] Astupudjanarsa, Nursuhad, D., 2006, "Mesin konversi Energi," Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [4] Surdia, T., Saito, S., 1992, "Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi kedua)," Jakarta: Pradnya Paramita.
- [5] Callister, J., William, D., 1994, "Material Science and Engineering", 7rd edition, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- [6] ASM team, 1992, "ASM Metals Handbook Volume 15 Casting," American Society for Metals, The United States of America.
- [7] Kalpakjian, S., 1993, "Manufacturing Engineering and Tecnology Third Ediion," Illinois Institute of Technology.
- [8] Vinarcik, E.J., 2003, "High Integrity Die Casting Processes," John Wiley & Sons.
- [9] ASM team, 1993, "ASM Metals Handbook Volume 2 Properties and Selection; Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials," American Society for Metals, The United States of America.
- [10] ASM team, 2004, "ASM Metals Handbook Volume 9 Metallography and Microstructure," American Society for Metals, The United States of America.
- [11] Kumar, B.R., Kumar, S., 2009, "Optimisation of Porosity of 7075 Al Alloy 10% SiC Composite Produced by Stir Casting Process Through Taguchi Method," India.
- [12] Rajnovi, D., Sidjanin, L., 2007, "Characterization of Microstructure in Commercial Al-Si Piston Alloy," Berlin.
- [10] Panitia Teknik ICS, 2007, "(SNI) Paduan aluminium ingot untuk die casting," Jakarta.
- [13] Surdia, T., Cijiwa, K., 1991, "Teknik Pengecoran Logam," PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [14] Smith, Wiliam, F., 1995, "Material Science and Engineering (second edition)," New York: Mc Graw-Hill Inc.
- [15] Widyanto, S.A., dkk, 2011, "Optimasi Desain Cetakan Die Casting untuk Menghilangkan Cacat Coran pada Khusus Pengecoran Piston Aluminium," Rotasi volume 13.
- [16] Toten, Goerge, E., 2003, "Handbook Aluminum Volume 1, G. E. Totten & Associates," Inc, Seattle, Washington.

## 7. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada dasarnya karya ilmiah ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, diantaranya: Bapak Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT., Bapak Yusuf Umardhani, ST, MT., selaku dosen pembimbing utama, dan dosen pembimbing kedua atas bantuan, bimbingan, pengarahan dan didikan kepada penulis, terutama dalam pengerjaan dan penyelesaian penelitian ini. Orang-orang yang membantu di Laboratorium Proses Produksi, Bapak Subroto, mas Arnes serta teman-teman sesama di Laboratorium Proses Produksi, Hario Sukoco, Febri Setyanto, Anggoro WH, Prehatin Dwi C, Teguh Dwi N dan Nugrahono Adi P yang telah memberikan semangat dan ide untuk penulis.