

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengecoran

Casting atau proses pengecoran merupakan salah satu metode pembentukan bahan mentah atau benda kerja yang memiliki biaya relatif tinggi, di mana pengendalian kualitas sudah dilakukan sejak material masih dalam bentuk awal. (Sudjana,2008).

Pengecoran (casting) merupakan salah satu teknik manufaktur di mana material cair, seperti logam atau plastik, dituangkan ke dalam cetakan sesuai bentuk yang diinginkan. Salah satu metode yang umum digunakan dalam industri pengecoran aluminium adalah sand casting atau pengecoran menggunakan cetakan pasir. Menurut penelitian yang dilakukan oleh ilmuwan asal Mesir pada tahun 1994, penting untuk memahami bagaimana logam dibentuk agar sesuai dengan dimensi komponen yang diinginkan. Komponen atau part yang memiliki bentuk serta ukuran kompleks umumnya diproduksi menggunakan mesin dan metode pengecoran.

Pengecoran logam sendiri adalah proses menuangkan logam cair hasil peleburan ke dalam cetakan. Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam pengecoran paduan aluminium-silikon adalah porositas yang disebabkan oleh gas hidrogen. Gas ini, yang larut selama proses peleburan, dapat tertinggal setelah logam membeku karena kelarutan hidrogen lebih tinggi pada fase cair dibandingkan fase padat. Keberadaan gas tersebut berdampak negatif terhadap kekuatan serta integritas produk cor.

Dalam sistem pengecoran, cetakan memainkan peranan penting dalam membentuk logam serta mempengaruhi sifat mekaniknya, termasuk kekerasan. Cetakan pasir dan cetakan tanah merupakan jenis cetakan yang masih banyak digunakan hingga saat ini. Di sektor otomotif, khususnya pada kendaraan roda dua baik mesin dua langkah maupun empat langkah, banyak komponen penting yang dihasilkan melalui proses pengecoran, seperti blok silinder, kepala silinder, piston, dan poros engkol.

2.2 Jenis-jenis Pengecoran

Pengecoran merupakan proses di mana logam dalam kondisi cair dialirkan ke dalam cetakan yang telah dirancang sesuai dengan bentuk pola, dan dibiarkan hingga logam tersebut mengisi cetakan secara menyeluruh membeku lalu kemudian dipindahkan dari cetakan (Dieter, G. E., 1987). Berikut Jenis-jenis pengecoran antara lain:

1. Sand Casting, Merupakan metode pengecoran yang memanfaatkan cetakan berbahan pasir. Teknik ini paling umum digunakan karena biaya produksinya relatif rendah dan mampu menghasilkan benda cor dalam skala besar hingga berton-ton.
2. Centrifugal Casting, Jenis pengecoran ini dilakukan dengan memutar cetakan secara bersamaan saat logam cair dituangkan. Tujuannya adalah agar logam terdorong ke seluruh bagian cetakan oleh gaya sentrifugal akibat putaran tersebut. Metode ini sering digunakan untuk membuat komponen berbentuk silinder atau lingkaran, seperti pelek.
3. Die Casting, Pada metode ini, cetakan dibuat dari logam sehingga dapat digunakan berulang kali. Biasanya metode ini diterapkan untuk pengecoran logam non-ferrous (non-besi), karena presisi dan efisiensinya yang tinggi.
4. Investment Casting, Proses ini menggunakan pola berbahan lilin (wax) yang kemudian dilapisi keramik untuk membentuk cetakan. Setelah itu, lilin dilelehkan dan dikeluarkan, meninggalkan rongga cetakan keramik. Metode ini digunakan untuk membuat komponen yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti rotor turbin.

Dalam jurnal ini, fokus pembahasan berada pada metode sand casting. Meskipun terdapat berbagai jenis pasir yang dapat digunakan untuk metode ini, terdapat beberapa syarat utama yang harus dipenuhi agar hasil pengecoran optimal. Beberapa syarat penting pasir cetak adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan membentuk yang baik, sehingga memudahkan dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang memadai. Cetakan harus mampu menahan suhu tinggi dari logam cair saat dituangkan.
2. Permeabilitas yang sesuai, agar udara yang terperangkap dapat keluar melalui celah antar butiran pasir, sehingga mencegah cacat cor seperti gelembung gas dan rongga.

3. Distribusi ukuran butir yang tepat, untuk menjaga kestabilan struktur cetakan.
4. Dapat digunakan kembali, guna menekan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi.
5. Ketahanan terhadap suhu tinggi, agar pasir tidak rusak saat logam cair dituangkan ke dalam cetakan.
6. Pasir harus murah.

2.3 Tungku

Tungku pengecoran logam memiliki beberapa jenis metode pengecoran. Ada berbagai jenis tungku pengecoran aluminium yang sudah dikembangkan antara lain tungku yang menggunakan bakar gas yang dibuat oleh Magga (2010) yaitu dengan cara mengoptimalkan desain dari tungku pengecoran logam non ferro jenis portable yang Pengecoran aluminium dapat menggunakan berbagai jenis tungku, salah satunya yang menggunakan arang sebagai bahan bakar. Beberapa desain tungku telah dikembangkan, termasuk tungku pengecoran aluminium yang dilengkapi dengan sistem ketahanan terhadap listrik untuk pengujian performa, seperti yang diteliti oleh Ismail Mukti Adi (2014). Selain itu, terdapat juga tungku berbahan bakar padat yang dilengkapi dengan sistem aliran udara paksa menggunakan blower, sebagaimana dikembangkan oleh Winarno (2013).

Aluminium sendiri merupakan logam yang dikenal ringan serta memiliki ketahanan korosi yang cukup baik. Dengan massa jenis sekitar $2,643 \text{ kg/m}^3$, aluminium tergolong lebih ringan dibandingkan logam lainnya. Logam ini memiliki kekuatan tarik berkisar antara 83 hingga 310 MPa, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, baik dalam kondisi panas maupun dingin.

2.4 Efisiensi Energi

Efisiensi energi adalah suatu upaya untuk melakukan penghematan atau konservasi energi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, konservasi energi didefinisikan sebagai langkah-langkah yang sistematis, terencana, dan terpadu untuk menjaga kelestarian sumber daya energi nasional sekaligus meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatannya. Istilah efisiensi energi merujuk pada penggunaan energi yang lebih sedikit untuk menghasilkan output atau layanan yang sama besar dan bermanfaat.

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk yang pesat, Indonesia memiliki kepentingan besar untuk mengelola energi secara efektif dan efisien. Pertambahan jumlah penduduk berkonsekuensi pada meningkatnya kebutuhan energi, yang disebabkan oleh bertambahnya jumlah rumah, bangunan komersial, serta fasilitas industri.

Sebagai bentuk regulasi, Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Hijau mewajibkan penerapan syarat-syarat efisiensi energi pada bangunan-bangunan besar. Peraturan ini tidak hanya mengatur tentang pemanfaatan energi, tetapi juga aspek lain seperti kualitas lingkungan dalam ruangan, pengelolaan air, dan berbagai faktor pendukung lainnya. Oleh karena itu, peraturan ini mencakup konsep bangunan hijau sekaligus pengelolaan energi dalam bangunan.

Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konservasi energi perlu terus ditingkatkan agar tercipta kebiasaan hemat dan efisien dalam pemakaian energi yang berkelanjutan di masa depan. Berbagai cara dapat dilakukan untuk menghemat energi, salah satunya melalui penghematan penggunaan air.

Efisiensi energi dari proses pengecoran dapat ditingkatkan dengan menggunakan perubahan baru, seperti proses Constrained Rapid Induction Melting Single Shot Up-casting. Dalam studi ini, konsumsi energi dari proses pengecoran dianalisis dan area di mana penghematan besar dapat dicapai dibahas. Pemikiran ramping digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dan menganalisis potensi penghematan energi untuk industri pengecoran.

2.5 Aluminium

Aluminium memiliki karakteristik utama seperti yang tercantum pada Tabel. Kekuatan mekanik aluminium dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur paduan seperti tembaga (Cu), magnesium (Mg), seng (Zn), mangan (Mn), dan nikel (Ni). Unsur tembaga dalam paduan aluminium berperan memperkuat sifat mekanik, terutama dalam hal kekerasan dan kekakuan, tetapi dapat menurunkan kemampuan pengecoran (castability). Penambahan silikon dalam paduan membantu meningkatkan kemudahan pengecoran dan mengurangi penyusutan, yang berdampak positif terhadap kualitas pengecoran dan kemampuan pengelasan. Silikon juga berfungsi sebagai penghalang terhadap erosi dan meningkatkan kekerasan senyawa, meskipun jika kadar silikon terlalu

tinggi, sifat mekanik bahan bisa melemah.

Aluminium merupakan logam yang ringan dengan massa jenis sekitar $2,7 \text{ g/cm}^3$, lebih berat dari magnesium ($1,7 \text{ g/cm}^3$) dan berilium ($1,85 \text{ g/cm}^3$), namun hanya sekitar sepertiga massa jenis besi atau tembaga. Logam ini memiliki konduktivitas listrik sekitar 60% lebih tinggi dibandingkan tembaga, sehingga banyak digunakan dalam peralatan listrik. Selain itu, aluminium juga memiliki kemampuan konduksi panas yang baik dan sifat pemantul cahaya yang tinggi, sehingga dimanfaatkan dalam komponen mesin, alat penukar panas, cermin reflektif, serta komponen di industri kimia.

Sebagai logam yang cukup reaktif, aluminium mudah teroksidasi oleh oksigen membentuk lapisan aluminium oksida (alumina, Al_2O_3), yang memberikan ketahanan korosi yang baik. Namun, penambahan unsur seperti besi (Fe), tembaga (Cu), dan nikel (Ni) dapat mengurangi ketahanan korosi karena menurunkan kadar aluminium murni dalam paduan. Sebaliknya, penambahan magnesium dan mangan tidak berdampak signifikan terhadap ketahanan korosi.

Aluminium bersifat ulet, mudah untuk dikerjakan dan dibentuk. Kekuatan tarik aluminium murni berkisar antara 4 hingga 5 kgf/mm^2 , namun jika dilakukan pengerjaan mekanik seperti proses pengerolan dingin, kekuatan tariknya dapat meningkat hingga sekitar 15 kgf/mm^2 .

Sifat-sifat	Al Murni Tinggi
Struktur Kristal	FCC
Densitas pada 20°C (sat. 103 kg/m^3)	2,698
Titik Cair $^\circ\text{C}$	660,1
Koefisien mulur panas kawat $20\text{-}100^\circ\text{C}$ (10-6/K)	23,9
Konduktivitas panas $20\text{-}400^\circ\text{C}$	238
Tahanan listrik 20°C ($10\text{-}8 \text{ K}\Omega\text{m}$)	2,69
Modulus elastisitas (GPa)	70,5
Modulus kekakuan (GPa)	26,0

Tabel 1. Karakteristik Aluminium

2.6 Produk Pengecoran

Produk pengecoran (casting) merupakan bentuk akhir dari sebuah proses pengecoran logam atau material lainnya menggunakan cara menuangkan

bahan cair ke dalam cetakan dan membiarkannya mengeras. Proses pengecoran diterapkan di berbagai sektor industri, termasuk otomotif, konstruksi, permesinan, dan manufaktur. Berikut untuk jenis produk pengecoran antara lain:

1. Komponen Otomotif :
 - a. Blok mesin
 - b. Kepala silinder
 - c. Manifold knalpot
2. Komponen Konstruksi
 - a. Pagar besi cor
 - b. Railing tangga
 - c. Saluran air (grill & manhole cover)
3. Komponen Mesin & Industri
 - a. Roda gigi
 - b. Pulley
 - c. Dudukan mesin
4. Peralatan Rumah Tangga
 - a. Wajan & panci besi cor
 - b. Kompor besi cor
 - c. Ornamen dekoratif
5. Komponen Transportasi & Rel
 - a. Roda kereta api
 - b. Kopling rel
 - c. Komponen suspensi.