

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Aluminium

Aluminium (Al) merupakan logam ringan yang mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan hantaran listrik yang baik. Aluminium biasa dipergunakan untuk peralatan rumah tangga, material pesawat terbang, otomotif, kapal laut, konstruksi dan lain-lain. Dalam mendapatkan peningkatan kekuatan mekanik, biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan unsur lain (Surdia & Chijiwa, 1991).

Proses produksi aluminium dimulai dari pengambilan bahan tambang yang mengandung aluminium (bauksit, corundum, gibbsite, boehmite, diaspor, dan sebagainya). Selanjutnya, bahan tambang dibawa menuju proses Bayer. Proses Bayer menghasilkan alumina (Al_2O_3) dengan membasuh bahan tambang yang mengandung aluminium dengan larutan natrium hidroksida $Al(OH)_3$. Aluminium hidroksida lalu dipanaskan pada suhu sedikit di atas $1000^\circ C$ sehingga terbentuk alumina dan H_2O yang menjadi uap air. Setelah Alumina dihasilkan, alumina dibawa ke proses Hall-Heroult. Proses Hall-Heroult dimulai dengan melarutkan alumina dengan lelehan Na^3AlF_6 , atau yang biasa disebut cryolite. Larutan lalu dielektrolisis dan akan mengakibatkan aluminium cair menempel pada anode, sementara oksigen dari alumina akan teroksidasi bersama anoda yang terbuat dari karbon, membentuk karbon dioksida. Aluminium cair memiliki massa jenis yang lebih ringan daripada larutan alumina, sehingga pemisahan dapat dilakukan dengan mudah. Elektrolisis aluminium dalam proses Hall-Heroult menghabiskan energi yang cukup banyak. Rata-rata konsumsi energi listrik dunia dalam mengelektrolisis alumina adalah 15 kWh per kilogram aluminium yang dihasilkan. Energi listrik menghabiskan sekitar 20-40% biaya produksi aluminium di seluruh dunia

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium. Berikut adalah sifat mekanik aluminium:

1. Kekuatan tensil

Kekuatan tensil adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tensil. Kekuatan tensil ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan-regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya necking. Kekuatan tensil bukanlah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi di lapangan, tetapi dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan.

Kekuatan tensil pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tensil yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal, aluminium paduan akan memiliki kekuatan tensil hingga 580 MPa (paduan 7075).

2. Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh elastisitas, plastisitas, viskoelastisitas, kekuatan tensil, ductility, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode. Yang paling umum adalah metode Brinell, Vickers, Mohs, dan Rockwell.

Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil, yaitu sekitar 65 skala Brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan

dengan logam lain dan/atau diberi perlakuan termal atau fisik. Aluminium dengan 4,4% Cu dan diperlakukan quenching, lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan Brinnel sebesar 135.

3. *Ductility*

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tensil, *ductility* ditunjukkan dengan bentuk neckingnya; material dengan *ductility* yang tinggi akan mengalami *necking* yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki *ductility* rendah, hampir tidak mengalami *necking*. Sedangkan dalam hasil pengujian tensil, *ductility* diukur dengan skala yang disebut elongasi. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tensil. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan.

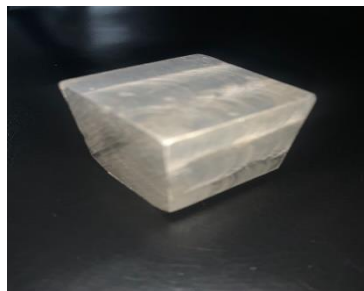
Aluminium murni memiliki *ductility* yang tinggi. Aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi, tergantung konsentrasinya, tetapi pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah daripada aluminium murni, karena *ductility* berbanding terbalik dengan kekuatan tensil, serta hampir semua aluminium paduan memiliki kekuatan tensil yang lebih tinggi daripada aluminium murni.

2.1.2 Limbah Aluminium

Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru. Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah modern dan bagian ketiga dalam proses hierarki sampah 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, and Replace*)

Proses daur ulang aluminium dapat menghemat 95% energi dan mengurangi polusi udara sebanyak 95% jika dibandingkan dengan ekstraksi

aluminium dari tambang hingga prosesnya di pabrik. Penghematan yang cukup besar pada energi juga didapat dengan mendaur ulang kertas, logam, kaca, dan plastik. Di Politeknik Negeri Sriwijaya sendiri pada proses praktikum pembubutan dapat menghasilkan limbah sisa pembubutan sekitar 30% - 45% dan limbah tersebut sampai saat ini tidak dimanfaatkan. Pada gambar dibawah ini merupakan contoh bentuk material yang digunakan pada saat praktikum.



Gambar 2.1 Bahan Aluminium Praktikum

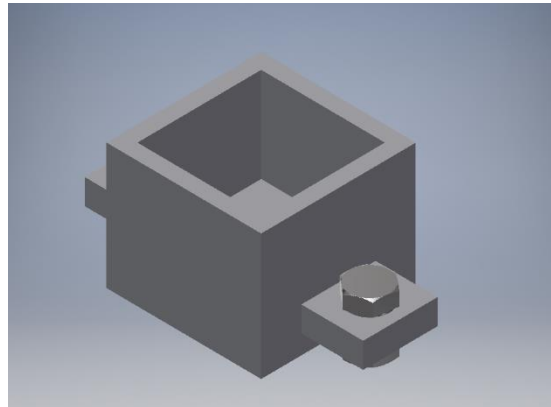
2.1.3 *Gravity die casting*

Gravity die casting adalah salah satu metode pengecoran logam yang menggunakan gravitasi untuk mengisi cetakan dengan logam cair. Proses ini juga dikenal sebagai pengecoran cetakan gravitasi atau pengecoran cetakan gravitasi permanen

Proses *gravity die casting* melibatkan penggunaan cetakan logam yang biasanya terbuat dari baja dan besi cor. Cetakan ini memiliki bentuk dan ukuran yang sesuai dengan produk yang akan di cor. Cetakan biasanya memiliki saluran pengisian dan saluran keluaran yang terhubung dengan bagian-bagian yang diperlukan dalam produk yang dihasilkan.

Proses dimulai dengan pemanasan cetakan hingga mencapai suhu yang sesuai. Kemudian, cetakan yang dipanaskan tersebut diisi dengan logam cair yang biasanya dituangkan dari atas menggunakan gravitasi. Logam cair mengalir melalui saluran pengisian dan mengisi ruang cetakan, cetakan dibuka dan produk jadi dapat dikeluarkan.

Keuntungan dari *gravity die casting* antara lain produksi yang cepat, kualitas yang konsisten, dan kemampuan untuk menghasilkan produk dengan ketelitian yang tinggi. Metode ini umumnya digunakan untuk memproduksi bagian logam yang memiliki kompleksitas geometri sedang hingga tinggi



Gambar 2.2 Cetakan *Gravity Die Casting*

2.1.4 *Quenching*

Quenching adalah sebuah Upaya pendinginan secara cepat setelah material hasil peleburan mengalami sebuah perlakuan pemanasan. Pada perlakuan quenching terjadi percepatan pendinginan dari temperatur akhir perlakuan dan mengalami perubahan dari austenit menjadi ferrit dan martensit untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Faktor utama dalam proses quenching adalah pengaturan laju pendinginan pada logam. Jika laju pendinginan terlalu lambat, logam menjadi lebih getas dan kekerasan akan berkurang. Jika laju pendinginan terlalu cepat, maka akan terjadi distorsi dan retak pada logam. (Yunaidi, 2016)

Media pendingin yang digunakan pada proses perlakuan panas antara lain:

1. Air

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendingin yang cepat, guna mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi tambah keras (Ardiansyah,2016)

2. Oli

Oli mengandung lapisan-lapisan halus untuk mencegah terjadinya benturan antar logam seminimal mungkin, mencegah goresan atau keausan. Penggunaan pelumas sebagai media pendingin dalam proses perlakuan panas akan menyebabkan timbulnya lapisan karbon pada bagian permukaan spesimen yang akan mempengaruhi sifat mekanis spesimen (Palupi,2016)

2.1.5 Alat Pelebur Aluminium

Dalam penelitian ini menggunakan alat pelebur elektrik *Electric melting furnace* merek Jewellery



Gambar 2.3 *Electric melting furnace* (Jewellery, 2022)

Spesifikasi alat:

- Temperatur hingga 1100C.
- Berat 9 kg Dimensi Total Mesin : 20x20x40mm
- Tegangan: 220v atau 110V, 50/60 HZ
- Area dalam furnace 60 mm x 150 mm

2.1.6 Alat Uji Kekerasan

Pengujian untuk menguji tingkat kekerasan permukaan pada spesimen daur ulang aluminium adalah Pengujian kekerasan dengan metode Brinnel bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja

(identor) yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian Brinnel diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kgf. Identor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten. Prinsip dari pengujian kekerasan ini dengan menekan indentor selama 30 detik. Kemudian diameter hasil *Identansi* diukur dengan menggunakan mikroskop optik. Diameter harus dihitung dua kali pada sudut tegak lurus yang berbeda, kemudian dirata-ratakan. Bertambah keras logam yang diuji bertambah tinggi nilai HB (Novo, 2022)

Nilai kekerasan (BHN) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$HB = \frac{0,102 F}{0,5 \pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \blacksquare$$

Gambar 2.4 Persamaan Nilai Kekerasan

2.2 Kajian Pustaka

Dalam melakukan penulisan proposal skripsi diperlukan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi yang kemudian akan diobservasi. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan variabel penelitian

Penelitian ini dilakukan oleh (Sri Harmanto, Ahmad Supriyadi, Riles Melvy Wattimena, 2019) tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh temperatur cetakan logam terhadap kekerasan dengan bahan aluminium bekas. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur cetakan logam dengan variabel: 100, 150, 200, 250, dan 300 °C. Bahan penelitian yang digunakan pada proses pengecoran adalah aluminium bekas komponen sepeda motor, seperti:

dudukan kampas rem, handel rem, dan dudukan kaki. Bahan-bahan ini untuk produk original termasuk dalam jenis ADC 12 (Aluminium Die Casting) seri 12. Pengujian kekerasan dilakukan dengan cara menguji benda uji (spesimen) pada alat uji kekerasan menggunakan metode *brinell* (HRB)

Penelitian ini dilakukan oleh (Lutiyatmi, Medi Sonianto, 2021) tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kekerasan, struktur mikro, dan cacat porositas pada peleburan aluminium dengan variasi suhu 680°C dan 715°C. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda cor pada peleburan aluminium dengan variasi temperatur tuang 680°C dan 715°C. Proses pengujian yang dilakukan adalah presentase cacat porositas dengan menghitung presentase porositas, perhitungan densitas teoritis dan densitas actual. Pengujian lain yang dilakukan adalah uji kekerasan dan uji metalografi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur tuang berpengaruh terhadap presentase porositas, kekerasan dan metalografi. Temperatur tuang 680°C menghasilkan presentase porositas 1,18%, kekerasan 44,98 HRB dan struktur mikro dengan fase Al, fase Si dan fase AlSiCu sedangkan untuk temperature tuang 715°C. menghasilkan presentase porositas 1,84%, kekerasan 46,93 HRB dan struktur mikro dengan penyebaran butir yang cukup seragam dibandingkan pada temperatur 680°C

Penelitian ini dilakukan oleh (Mandala dkk, 2016) tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa struktur mikro dan sifat mekanis pada pengecoran aluminium Al-Si menggunakan 3 jenis cetakan / mold yang berbeda. Diharapkan hasil analisa nanti dapat berguna dan menjadi tambahan informasi pada teknologi pengecoran. Pelaksanaan penelitian ini melalui tahap peleburan. Jenis furnace yang digunakan adalah Crucible furnace. Bahan baku utama pada furnace ini menggunakan castableC-14 (semen tahan api 1400°C). Tujuan pemilihan castable C-14 adalah agar tidak terjadi over heating pada saat proses peleburan, sama halnya dengan dimensi dinding *furnace*

Penelitian ini dilakukan oleh (Bukhari, Nofriadi dan Yanziwar, 2019) yang bertujuan untuk mengatasi persoalan limbah sisa pencetakan pasir, dan cara mengatasinya tersebut adalah mendaur ulang limbah pasir agar dapat dimanfaatkan kembali untuk membuat cetakan. Dalam hal ini limbah pasir yang

diolah adalah bekas cetakan pasir yang mengandung bahan pengikat waterglass, limbah tersebut diambil dari hasil praktek pengecoran mahasiswa teknik mesin produksi. Dalam penelitian ini dianalisa pengaruh penggunaan bahan berpengikat waterglass dan air terhadap kekuatan tekan pasir cetak. Untuk 100% pasir baru komposisi waterglass antara 4% dengan 9% dan air antara 2% dengan 6%. Untuk 50% pasir daur ulang dan 50% pasir baru komposisi waterglassnya antara 6% dengan 9% dan airnya antara 2% dengan 4%. Untuk itu variasi waterglass sebanyak 4% dan 10% (vol %) ditambahkan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan cetakan menggunakan pasir daur ulang dan pasir baru. Dari variasi tersebut kelihatan bahwa penambahan waterglass menurunkan nilai permeabilitas pasir cetak daur ulang dan menaikkan nilai kuat tekan.

Penelitian ini dilakukan oleh (Arjunanda dkk, 2022) Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian eksperimen, dimana hasil pengujian diperoleh melalui percobaan langsung terhadap benda uji atau spesimen. Penelitian untuk menguji hubungan sebab-akibat dengan melakukan uji hipotesis menggunakan pendekatan kuantitatif yang bersifat analitik. Penelitian ini data hasil pengujian akan di analisis menggunakan ANOVA yang digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua jenis kelompok. Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah aluminium bekas sepatu kampas rem sepeda motor yang kemudian dilakukan pengecoran dengan cetakan pasir. Proses pengecoran dengan variasi temperatur tuang yaitu, 675°C, 720°C, 750°C. Tujuan pemberian variasi temperatur tuang adalah untuk mencari nilai kekerasan terbaik terhadap semakin besarnya suhu penuangan.

Penelitian ini dilakukan oleh (Anggun dkk, 2016) Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh heat treatment dengan variasi media quenching air garam dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun AISI 6135. Proses pemanasan dilakukan pada temperatur 800°C selama 60 menit, lalu proses quenching dengan variasi media pendingin 100% air garam dan campuran 50% air garam : 50% oli, dan tempering pada temperatur 600°C selama 45 menit. Hasil uji komposisi kimia menunjukkan baja pegas daun termasuk baja karbon sedang (C = 0,343%) dan chromium-vanadium steel (AISI 6135). Hasil uji kekerasan raw

material sebesar 42,27 HRc, pada media quenching 100% air garam sebesar 34,27% HRc. Sementara pada media quenching campuran 50% air garam : 50% oli sebesar 38,27 HRc. Hasil struktur mikro pada sampel raw material menunjukkan fasa ferit dan perlit. Sementara Quench-temper campuran 50% air garam : 50% oli terbentuk fasa ferit, austenit sisa dan martensit temper yang lebih rapat dan menyebar merata dibandingkan 100% air garam