

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis-jenis Aluminium

Aluminium adalah unsur kimia yang diberi lambang **Al** dengan nomor atom 13 dan berat jenisnya $2,7 \text{ g/cm}^3$. Aluminium ialah salah satu logam paling berlimpah dengan persentase 8,07% - 8,23% dari seluruh massa padat kerak bumi sehingga membuatnya menjadi logam paling berlimpah ketiga di dunia.

Berikut Karakteristik Aluminium secara rinci :

Tabel 2.1 Karakteristik Aluminium

| Sifat-sifat | Aluminium murni tinggi |
|---|------------------------|
| Struktur Kristal | FCC |
| Densitas pada 20°C (sat 10^3kg/m^3) | 2.698 |
| Titik Cair (°C) | 660.1 |
| Koefisien mulur panas kawat 20°-100°C ($10^{-6}/\text{K}$) | 23.9 |
| Konduktifitas panas 20°-400°C ($\text{W}/(\text{m}^*\text{K})$) | 238 |
| Tahanan listrik 20°C ($10^{-8} \text{K}\Omega^*\text{m}$) | 2.69 |
| Modulus elastisitas (Gpa) | 70.5 |
| Modulus kekakuan (GPa) | 26.0 |

Sumber : Yudy Surya Irawan, 2008

Jenis aluminium dapat secara luas dipisahkan menjadi dua kategori. Yaitu paduan aluminium cor dan paduan aluminium tempa. Paduan aluminium cor adalah yang mengandung elemen paduan $> 22\%$ berdasarkan komposisi. Sedangkan paduan aluminium tempa mengandung $\leq 4\%$. Hal ini mungkin tampak seperti perbedaan sederhana, tetapi persentase elemen paduan memiliki dampak besar pada sifat material.

Aluminium kehilangan keuletannya karena lebih banyak unsur paduan ditambahkan, membuat sebagian besar paduan cor rentan terhadap patah getas. Sebaliknya, paduan tempa memungkinkan desainer untuk meningkatkan kekuatan aluminium, ketahanan korosi,

konduktivitas, dan lain-lain. Sambil tetap mempertahankan keuletan dan kualitas bermanfaat lainnya.

Paduan aluminium cor biasanya memiliki titik leleh dan kekuatan tarik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan aluminium tempa. Paduan aluminium yang paling umum digunakan adalah aluminium-silikon, yang menampilkan tingkat silikon yang tinggi yang memungkinkan paduan tersebut dengan mudah dilemparkan.

Aluminium tempa menyumbang sebagian besar produk aluminium, seperti yang diproduksi dari ekstrusi atau penggulangan. Unsur-unsur seperti tembaga, mangan, silikon, magnesium, kombinasi silikon magnesium, seng, dan lithium menentukan masing-masing kategori paduan aluminium tempa.

2.2 Sifat Aluminium

1. **Ringan:** Berat jenisnya adalah $2,7 \text{ g / cm}^3$, atau sepertiga dari baja. Dalam kendaraan, aluminium mengurangi berat dan konsumsi bahan bakar.
2. **Kuat:** Kekuatan Aluminium dapat disesuaikan dengan aplikasi yang berbeda dengan mengubah komposisi paduannya. Paduan tertentu sekuat baja.
3. **Tahan korosi:** Aluminium secara alami menghasilkan lapisan oksida pelindung, membuatnya sangat berguna untuk perlindungan dan konservasi.
4. **Konduktif:** Berdasarkan berat, aluminium dua kali lebih baik sebagai konduktor panas dan listrik dibandingkan tembaga, dan memainkan peran utama dalam saluran transmisi listrik.
5. **Elastis** Sifat formabilitasnya yang sangat baik memungkinkan pembuatan bentuk yang ditarik dalam dan / atau kompleks seperti kaleng atau bagian tubuh mobil.
6. **Reflektif:** Sebagai reflektor panas dan cahaya, aluminium sangat cocok untuk aplikasi seperti teknologi surya dan selimut penyelamat. Atap aluminium yang dilapisi dengan benar dapat memantulkan hingga 95% dari energi matahari yang menyerang mereka, secara dramatis meningkatkan efisiensi energi.

7. **Kedap dan tidak berbau:** Melepaskan rasa atau racun, aluminium sangat ideal untuk makanan dan kemasan farmasi. Aluminium foil menyediakan penghalang lengkap untuk cahaya, oksigen, kelembaban, dan bakteri.
8. **Dapat didaur ulang:** Aluminium adalah 100% dan dapat didaur ulang tanpa mengurangi kualitas aslinya.
9. **Tahan percikan:** Tidak seperti kawat baja, aluminium kaku tidak memicu dan tidak akan berkarat, menjadikannya pilihan yang lebih aman untuk aplikasi listrik di tambang batu bara, elevator biji-bijian, dan kilang.



Gambar 2.1 Aluminium bekas
Sumber : www.media.tdbangarna.com

Proses daur ulang aluminium ini hanya membutuhkan 5% dari energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan baru dari tanah, yang membuatnya menghemat biaya. Dengan karakteristiknya, aluminium dapat digunakan secara efisien di berbagai industri termasuk arsitektur, transportasi, barang konsumen, dan produk listrik.

2.3 Contoh Produk dari Aluminium

Aluminium sering digunakan dalam dunia industri pengecoran logam untuk membuat berbagai jenis produk yang mempunyai nilai guna tinggi. Produk coran dari aluminium juga memiliki tampilan yang bagus, hal ini dikarenakan warna logam aluminium yang putih keperakan. Selain itu juga proses pengecoran aluminium yang mudah membuatnya cocok bagi

pemula yang ingin belajar tentang pengecoran logam. Berikut adalah contoh produk coran dari aluminium yang sering dijumpai :

1. Komponen Mesin Motor



Gambar 2.2 Piston sepeda motor dengan perbandingan botol 330 ml

Sumber : www.themechanicalengineering.com

Beberapa komponen mesin motor yang terbuat dari aluminium diantaranya piston dan *cylinder head*. Torak atau piston adalah sumbat geser yang terpasang di dalam sebuah [silinder](#) mesin pembakaran dalam silinder [hidraulik](#), [pneumatik](#), dan silinder [pompa](#). Piston (torak) berfungsi sebagai penyekat silinder dan menyalurkan atau mentransmisikan tekanan gas hasil pembakaran ke *crank throw* melalui *connecting rod*. Sedangkan *cylinder head* berfungsi sebagai penutup silinder.

2. Velg



Gambar 2.3 Velg
Sumber :www.truckmagz.com

Velg merupakan tempat menempelnya ban dan menjadi titik tumpu beban kendaraan. Dengan adanya velg memungkinkan roda kendaraan untuk berputar sehingga kendaraan mampu bergerak. Sehingga velg memiliki fungsi yang penting bagi kendaraan. Velg Aluminium memiliki kelebihan dari segi bobotnya yang ringan dan tahan terhadap karat. Selain itu velg yang terbuat dari aluminium juga memiliki biaya produksi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan velg berbahan besi.

3. Baling-baling perahu ketek



Gambar 2.4 Baling-baling perahu ketek

Produk coran aluminium selanjutnya adalah baling-baling untuk meneruskan putaran dari mesin untuk menggerakkan sebuah perahu ketek. Baling-baling yang terbuat dari aluminium cor memiliki bobot yang ringan tapi kokoh dan juga anti karat yang seperti diketahui baling-baling ini letaknya dibawah perahu dan didalam air.

4. Ornamen pagar



Gambar 2.5 Ornamen Pagar

Aluminium yang banyak digunakan untuk membuat ornamen pagar ini adalah aluminium *alloy*. Fungsi dari ornamen pagar adalah untuk memperindah desain pagar sehingga dapat meningkatkan nilai estetika sebuah bangunan. Selain itu pagar memiliki fungsi utama sebagai pengaman properti. Sehingga keberadaan pagar menjadi kebutuhan yang penting untuk setiap bangunan.

5. Peralatan Dapur



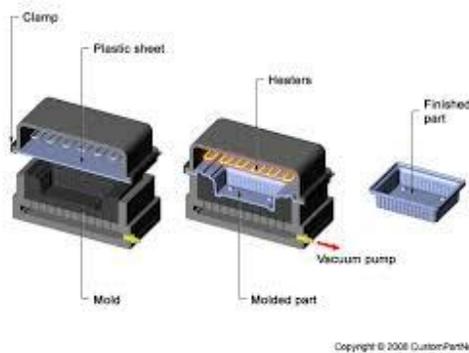
Gambar 2.6 Peralatan masak
Sumber : www.mrkitchen.co.id

Aluminium dikenal sebagai penghantar panas yang sangat baik. Oleh karena itu, peralatan dapur berbahan dasar aluminium akan cepat menyebarkan panas sehingga masakan dapat lebih cepat matang. Contoh alat dapur ini adalah panci, teflon, spatula dan lain sebagainya. Bahan dalam pembuatan alat dapur ini memadukan aluminium dengan *magnesium* dan *kromium*

2.4 Macam-macam Cetakan

2.4.1 *Thermoforming (compression moulding)*

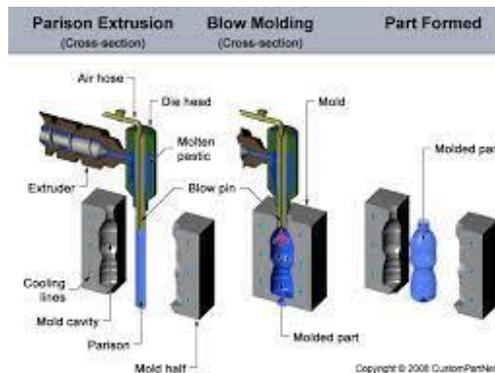
Menurut Oka Satria Novyanto (website www.okasatria.wordpress.com) metode *thermoforming (compression)* ini merupakan metode *plastic moulding* yang mana material plastik diletakkan didalam moul yang dipanaskan, kemudian setelah material tersebut menjadi lunak dan bersifat plastik maka bagian atas dari *die* atau *moul* akan bergerak turun menekan material menjadi bentuk yang diinginkan. Apabila panas dan tekanan yang ada diteruskan, maka akan menghasilkan reaksi kimia yang bisa mengeraskan material *thermoset*.



Gambar 2.7 Proses *Thermoforming*
 Sumber : www.custompartnet.com

2.4.2 Blow Moulding

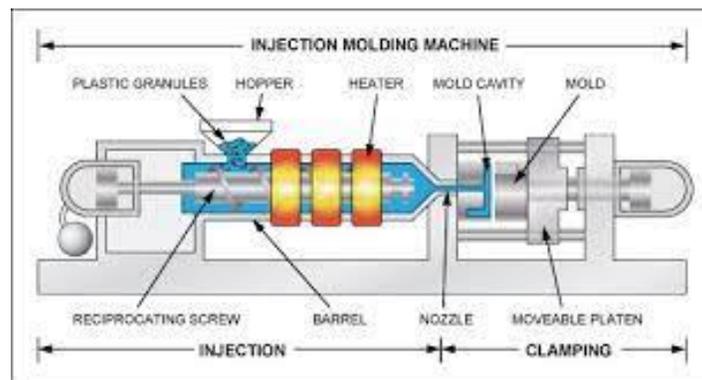
Proses ini digunakan untuk produk gelas, plastik dan karet, seperti botol plastik, *nipple* karet, gelas kendi, gelas minuman, *seal* karet, dan lain sebagainya. Proses ini diawali dengan pembuatan *parison* (gumpalan cairan dalam bentuk penampang pipa) dan dimasukkan ke mesin cetak tiup. Kemudian udara ditiup masuk melalui lubang penampang pipa, karena desakan udara maka gumpalan tadi akan menyesuaikan dengan bentuk cetakan dan dibiarkan sampai menjadi padat.



Gambar 2.8 *Blow Moulding*
 Sumber : www.mesinkemasan.com

2.4.3 Injection Moulding

Injection molding adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan menggunakan alat bantu berupa cetakan atau mold. Mold plastik pada prinsipnya adalah suatu alat yang digunakan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik dengan sarana mesin cetak plastik. Proses kerja *injection moulding* dengan cara material dicairkan dan masuk ke rongga cetakan. *Injection Moulding* dikhususkan untuk material non logam, misalnya gelas, plastik dan karet

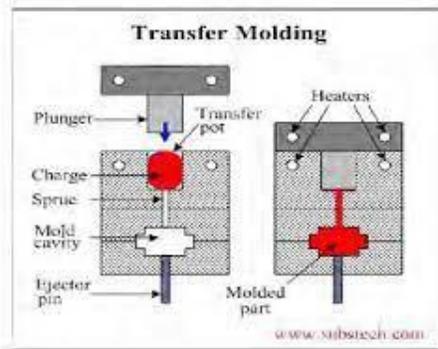


Gambar 2.9 *Injection Moulding*
Sumber : www.pmmindustri.com

2.4.4 Transfer Moulding

Transfer moulding merupakan proses pembentukan suatu benda kedalam sebuah *mold* (yang tertutup) dari material *thermosetting*, yang disiapkan kedalam *reservoir* dan memaksanya masuk melalui runner/kanal kedalam *cavity* dengan menggunakan panas dan tekanan. Pada proses *transfer moulding* dibutuhkan toleransi yang kecil pada semua bagian *mold*, sehingga sangat perlu dalam pembuatan, dikonsultasikan secara baik dengan *product designer*, *mold designer* dan *molder/operator* untuk menentukan toleransi.

Proses *transfer moulding* terdiri atas dua tipe yaitu: *sprue Type* dan *plunger type*. Jenis *plunger* memerlukan tekanan yang lebih kecil dibandingkan dengan tipe *sprue*.



Gambar 2.10 *Transfer Moulding*
 Sumber : www.substech.com

2.5 Bagian-bagian Cetakan

Mould adalah bagian yang sangat penting dalam sebuah proses pencetakan wujud akhir dari suatu produk. Dalam proses pencetakan sangat tergantung pada bentuk *mould*, karena setelah bahan dimasukkan lalu didinginkan maka terbentuklah bentuk produk sesuai dengan *mould*.

Pada cetakan *Pulley* dengan proses pengecoran terdapat beberapa komponen, yaitu sebagai berikut :

a. Cetakan bagian atas

Cetakan bagian atas merupakan bagian yang berfungsi sebagai penekan cetakan sampai ke dasar cetakan. Cetakan atas ini juga yang memberi bentuk *pulley*.

b. Cetakan bagian bawah

Cetakan bagian bawah merupakan dasar dari cetakan dan tempat untuk menuangkan cairan aluminium yang akan dicetak menjadi bagian belakang produk atau *pulley*.

2.6 Rumus-rumus pendukung untuk perhitungan

A. Untuk menghitung panas yang terjadi pada cetakan.

Rumus yang digunakan untuk menghitungnya adalah :

$$Q = m.c.\Delta t$$

Keterangan : Q = Kapasitas panas (kJ)

m = Massa cetakan (kg)

c = Koefisien panas bahan (kJ/kg.°C)

Δt = Perubahan suhu (T₂-T₁)

B. Untuk menghitung proses permesinan dalam pembuatan cetakan

1. Pengerjaan dengan menggunakan mesin bubut

Rumus yang digunakan dalam pengerjaan mesin bubut adalah :

a. Bubut muka :

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d}$$
$$Tm = \frac{r}{Sr \cdot n}$$

b. Bubut memanjang :

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d}$$
$$Tm = \frac{L}{Sr \cdot n}$$

Keterangan : n = Putaran mesin

Vc = Kecepatan potong (mm/min)

d = Diameter benda kerja (mm)

Tm = Waktu pemotongan (min)

r = Jari-jari benda kerja (mm)

Sr = Pemakanan (mm/putaran)

L = Panjang benda kerja (mm)

2. Pengerjaan dengan menggunakan mesin milling

Rumus yang digunakan pada proses pengerjaan mesin milling adalah :

$$L = L + \frac{d}{2} + 2$$

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d}$$

$$S = n \cdot sr \cdot z$$

$$Tm = \frac{L}{S}$$

Keterangan :

- n = Putaran mesin
- Vc = Kecepatan potong (mm/min)
- d = Diameter benda kerja (mm)
- Tm = Waktu pemotongan (min)
- s = Kecepatan pemakanan (mm/min)
- z = Jumlah gigi alat potong
- Sr = Pemakanan (mm/putaran)
- L = Panjang benda kerja (mm)

3. Pengerjaan dengan mesin bor

Rumus yang digunakan dalam proses pengeboran adalah :

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d}$$

$$Tm = \frac{L}{Sr \cdot n}$$

$$L = 1 + 0,3 \times d$$

Keterangan : n = Putaran mesin

Vc = Kecepatan potong (mm/min)

d = Diameter benda kerja (mm)

Tm = Waktu pemotongan (min)

Sr = Pemakanan (mm/putaran)

L = Panjang benda kerja (mm)

C. Untuk menghitung biaya produksi

1. Biaya Material

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya material sebagai berikut :

$$W = V \times \rho$$

Keterangan : W = Berat material (g)

V = Volume material (cm³)

ρ = Massa jenis material (g/cm³)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan rumus :

$$TH = HS \times W$$

Keterangan : TH = Total harga per material (Rupiah)

HS = Harga satuan (Rp/kg)

W = Berat material (kg)

2. Biaya Sewa Mesin

Rumus yang digunakan untuk perhitungan biaya mesin adalah :

$$BSM = Tm \times B$$

Keterangan : BSM = Biaya Sewa Mesin (Rupiah)

Tm = Waktu pengerjaan (jam)

B = Tarif sewa mesin (Rp/jam)

3. Biaya Operator

Rumus yang digunakan dalam menghitung biaya operator adalah :

$$Upah = \frac{UMP}{jam/bulan}$$

Keterangan : UMP = Upah Minimum Provinsi

Maka total biaya operator adalah = upah x total waktu pengerjaan

4. Biaya Tak Terduga

Biaya tak terduga ini diambil dari 15% dari biaya material dan biaya sewa mesin, jadi untuk menghitung biaya tak terduga tersebut adalah :

$$BT = 15\% (BSM + HM)$$

Keterangan : BT = Biaya Tak Terduga

BSM = Biaya Sewa Mesin

HM = Harga Material

5. Biaya Produksi Total

$$BPT = HM + BSM + BO + BT$$

Keterangan : BPT = Biaya Produksi Total

HM = Harga Material

BSM = Biaya Sewa Mesin

BO = Biaya Operator

BT = Biaya Tak Terduga

6. Break Even Point (BEP)

Untuk menghitung *Break Even Point* dari penjualan cetakan terhadap jumlah produk dan jumlah uang yang akan dihasilkan, bisa menggunakan rumus yaitu sebagai berikut :

- Rumus untuk menghitung jumlah produk yang dihasilkan :

$$BEP = \frac{Biaya\ Produksi\ Total}{Harga\ Jual\ Produk - Modal\ Produk}$$

- Rumus untuk menghitung jumlah uang yang akan dihasilkan :

$$\text{BEP} = \frac{\text{Biaya Produksi Total}}{\text{Harga Jual Produk} - \text{Modal Produk}} \times \text{harga jual produk}$$

- Rumus untuk menghitung modal produk :

$$\text{BEP} = \frac{\text{Harga bahan}}{\text{Berat bahan}} \times \text{Berat Volume benda}$$