



ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MAGNESIUM (MG) & MANGAN (MN) PADA ALUMINIUM (AL) 6061 TERHADAP KEKUATAN MEKANIK

Farid Faaddillah Yusuf^{1)*}, Yoyok Winardi¹, Fadelan¹, Sudarno¹, Rizal Arifin¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail: faridyusuf3@gmail.com

ABSTRAK

Pengecoran logam merupakan kegiatan manufaktur yang menggunakan logam dan kemudian dicairkan dengan tungku. Sedangkan pengecoran aluminium merupakan aktifitas teknik dengan cara mencampurkan beberapa unsur kimia yang berfungsi untuk melihat komposisi yang pas guna meningkatkan kekuatan mekanik aluminium tersebut. Penelitian ini menggunakan cetakan pasir. Dengan hasil pada variasi Mn 10% Mg 5% mendapatkan nilai uji tarik sebesar 128,15 MPa dengan nilai kekerasan brinell sebesar 21,81 BHN. Pada variasi Mn 15% Mg 7% mendapatkan nilai uji Tarik sebesar 99,62 MPa dengan nilai kekerasan brinell sebesar 19,65 BHN. Dan pada variasi Mn 20% Mg 10% mendapatkan nilai uji Tarik sebesar 116,47 MPa dengan nilai kekerasan brinell sebesar 19,90 BHN. Penurunan tersebut dapat disebabkan karena ketidakmampuan logam paduan untuk menyebar kesemua struktur mikro dan menghasilkan ruang kosong pada aluminium.

Kata Kunci: Pengecoran, Aluminium, Uji Tarik, Uji Kekerasan

ABSTRACT

Metal casting is a manufacturing activity that uses metal and then melts it with a furnace. Meanwhile, aluminium casting is a technical activity by mixing several chemical elements which functions to see the right composition to increase the mechanical strength of the aluminium. This study uses sand molds. The results for the 10% Mn 5% Mg variation obtained a tensile test value of 128.15 MPa with a brinell hardness value of 21.81 BHN. The 15% Mn 7% Mg variation obtained a tensile test value of 99.62 MPa with a brinell hardness value of 19.65 BHN. And for the 20% Mn 10% Mg variation, it obtained a tensile test value of 116.47 MPa with a brinell hardness value of 19.90 BHN. This decrease can be caused by the inability of the alloy metal to spread throughout the microstructure and produce empty space in aluminium.

Keywords: Casting, Aluminum, Tensile Test, Hardness Test

1. Pendahuluan

Majunya teknologi dan sains sekarang ini membuat para insiyur dituntut untuk berpikir keras guna menciptakan suatu barang yang berkualitas. Barang yang masih memiliki pasar yang luas dibidang teknik antara lain aluminium. Yang mana pemanfaatan aluminium untuk kebutuhan teknik maupun non teknik sangatlah banyak. Dalam keadaan murni aluminium memiliki sifat yang lunak. Hal itu yang menjadi alasan penambahan bahan logam lain untuk meningkatkan sifat dari aluminium[1]. Ada beberapa jenis logam lain yang menjadi favorit untuk ditambahkan pada aluminium, diantaranya Tembaga (Cu), silikon (Si), magnesium (Mg), Mangan (Mn), Nikel (Ni) dan lain sebagainya. Hasil dari penambahan tersebut didasarkan pada berapa persen unsur yang ditambahkan ke dalam aluminium[2].

Banyak analisis yang dilakukan untuk melihat hasil dari penambahan logam lain, diantaranya dilakukan oleh Nini Firmawati dalam skripsi yang berjudul (Pengaruh Penambahan Mangan Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075) yang paduan dasarnya menggunakan Mn. Dengan penambahan Mn sebesar 0,5%, 1,0%, 1,5% dan 2,0%. nilai kekerasan mengalami kenaikan di presentase Mn 1,0% sebesar 196,43 kg/mm², dan menurun di presentase 0,5%, 1,5%, 2,0%.

Untuk hasil uji tarik, dengan penambahan Mn 0,5%, 1,5%, 2,0% nilai kuat tarik mengalami penurunan. Dan untuk penambahan Mn 1,0% nilai kuat tarik mengalami kenaikan. Untuk pengujian struktur mikro, penambahan Mn 1,0%Wt membuat butir berubah bentuk menjadi lebih halus dan rapat, hal itu membuat penjalaran dislokasinya akan menjadi sulit, maka dari itu ketahanan akan menjadi besar. Dan untuk

penambahan 0,5%Wt, 1,5%Wt, dan 2,0%Wt terdapat porositas hasil coran[3].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka akan dilaksanakan pengujian menggunakan teknik pengecoran dengan memakai metode *sand casting* dengan menambahkan beberapa unsur logam dengan judul “Analisis Pengaruh Penambahan Magnesium (Mg), Mangan (Mn) Pada Aluminium (Al) 6061 Terhadap Kekuatan Mekanik”. Hasil pengecoran akan diuji kekuatan mekaniknya dan diamati struktur mikronya.

2. Metode

Pada penelitian ini menggunakan jenis eksperimen faktorial. Faktor tersebut adalah variasi penambahan unsur magnesium (Mg) dan mangan (Mn). yang terdiri dari tiga komposisi, yaitu penambahan unsur komposisi magnesium (Mg) sebesar 5%, 7% dan 10%. Dan unsur mangan (Mn) sebesar 10%, 15%, 20%. Dengan menggunakan 3 pengujian untuk melihat kekuatan mekanik dari spesimen yaitu, pengujian tarik, pengujian kekerasan, dan pengujian struktur mikro.

a. Bahan

1) Aluminium

Salah satu tipe aluminium yang sering dipakai adalah tipe 6061. Yang memiliki komposisi atas Al, Mg, Si, Cr, Cu. Tetapi Al 6061 memiliki kelemahan, salah satu kelemahan dari tipe 6061 adalah kekuatan yang lebih rendah dibanding seri 2xxx dan 7xxx. Untuk itu Al 6061 bisa ditambahkan paduan logam lain. Salah satu penambahan yang bisa dilakukan yaitu dengan menambahkan logam SiC atau silikon karbida. Pada penelitian yang pernah dilakukan, penambahan 4% SiC mampu meningkatkan hasil uji keras[4].

2) Magnesium (Mg)

Magnesium tergolong logam yang paling ringan dengan massa jenis kira-kira 1,8 gram/cm³. Magnesium memiliki berat sepertiga lebih ringan dari aluminium. Magnesium tergolong logam yang tidak tahan pada suhu tinggi karena akan mengurangi kekuatannya. Tetapi disuhu rendah magnesium tetap memiliki kekuatan yang optimal[2].

3) Mangan

Mangan memiliki warna putih sedikit abu abu. Yang memiliki komposisi atas Mn, Fe, Si, C, Se. Mangan banyak dipakai dalam bahan paduan karena mampu mempengaruhi kekuatan Tarik, dan kekerasan material paduannya. Dalam baja, logam mangan meningkatkan sifat mekaniknya, dari mulai kekerasan hingga kekuatan[5].

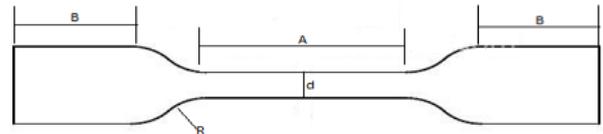
b. Alat

Dalam pembuatan spesimen alat yang digunakan adalah cetakan pasir atau *Sand Casting*. Pengecoran dengan cetakan pasir memanfaatkan pasir dalam membuat cetakan. Kebanyakan pengecoran pasir menggunakan jenis pasir silica (SiO₂)[6].

c. Pengujian

1) Pengujian tarik

Pada penelitian ini pembuatan spesimen uji tarik menggunakan standart ASTM E8-01. Adapun desain spesimen ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Desain Spesimen Uji Tarik ASTM E8-01

Dengan Keterangan ukuran sebagai berikut: d = 1 cm, B = 9,8 cm A = 11 cm R = 9,5mm cm.

2) Pengujian kekerasan

Dalam penelitian ini untuk uji kekerasan menggunakan metode pengujian *brinell*. Pengujian dengan metode *brinell* dilaksanakan dengan teknik benda ditekan dengan menggunakan bola baja berdiameter 5mm dan diberi beban 250kg. beban diberikan dengan waktu 30 detik dengan diameter indenter 5mm.

3) Pengujian struktur mikro

Ukuran dari spesimen uji struktur mikro adalah 3cmx3cm. setelah benda uji dibentuk langkah selanjutnya adalah proses penghalusan dengan amplas bertahap dari no. 600, 800, 1000, 1500, 2000, 5000. Ketika benda uji sudah halus dilanjutkan dengan pemberian autosol. Selanjutnya yaitu pemberian etsa. Etsa yang digunakan adalah campuran dari H₂O 25ml, HF 2 ml, HNO₃ 2ml. dicelup dengan waktu 15 detik lalu dibilas dengan air mengalir dan selanjutnya diamati struktur mikronya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil pengujian tarik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen hasil pengecoran Al 6061 yang ditambahkan dengan Magnesium (Mg) dan Mangan (Mn). Data pengujian tarik kemudian digunakan untuk menghitung kekuatan tarik menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

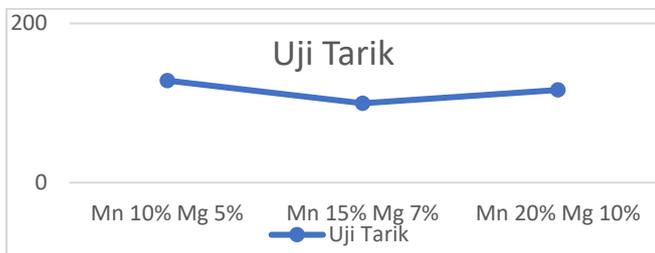
$$= \frac{6.950 \text{ N}}{78,5 \text{ mm}^2} = 88,54 \text{ MPa/mm}^2$$

Data selanjutnya dihitung sesuai dengan spesimen 1. Hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Hasil pengujian tarik

No	Spesimen	Gaya Max (Fm) (kN)	Tegangan Max (Mpa)
1	Mn 10% Mg 5%	6,95	88,54
2	Mn 10% Mg 5%	10,63	135,41
3	Mn 10% Mg 5%	12,6	160,51
Rata-rata		10,06	128,15
4	Mn 15% Mg 7%	8,3	105,73
5	Mn 15% Mg 7%	5,53	70,45
6	Mn 15% Mg 7%	9,63	122,68
Rata-rata		7,82	99,62
7	Mn 20% Mg 10%	11,9	151,59
8	Mn 20% Mg 10%	6,67	84,97
9	Mn 20% Mg 10%	8,86	112,87
Rata-rata		9,14	116,47

Data tersebut kemudian diolah dalam bentuk grafik sebagai berikut :



3.2 Hasil pengujian kekerasan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dari spesimen hasil pengecoran Al 6061 yang ditambahkan dengan Magnesium (Mg) dan Mangan (Mn). Data pengujian kekerasan kemudian digunakan untuk menghitung kekerasan dari hasil pengecoran menggunakan persamaan:

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$BHN = \frac{250}{3,14 \cdot 5 (5 - \sqrt{5^2 - 2,60^2})}$$

$$BHN = \frac{250}{3,14 \cdot 5 (5 - \sqrt{25 - 6,76})}$$

$$BHN = \frac{250}{3,14 \cdot 5 (5 - \sqrt{18,24})}$$

$$BHN = \frac{250}{3,14 \cdot 5 (5 - 4,27)}$$

$$BHN = \frac{250}{3,14 \cdot 5 (0,73)}$$

$$BHN = \frac{250}{11,461}$$

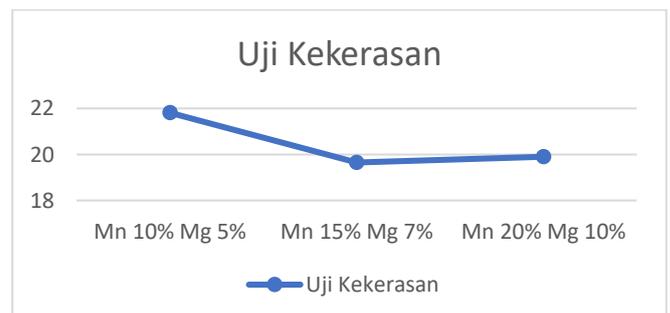
$$BHN = 21,81 \text{ BHN}$$

Data selanjutnya dihitung sesuai dengan spesimen 1. Hasil dari perhitungan ditunjukkan pada tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Hasil pengujian kekerasan

No	Spesimen (%)	Diameter Lekukan (d)	Nilai Kekerasan <i>brinell</i> (BHN)
1	Mn 10% Mg 5%	2,44 mm	
2	Mn 10% Mg 5%	2,60 mm	
3	Mn 10% Mg 5%	2,76 mm	
Rata-Rata		2,60 mm	21,81 BHN
1	Mn 15% Mg 7%	2,89 mm	
2	Mn 15% Mg 7%	2,68 mm	
3	Mn 15% Mg 7%	2,64 mm	
Rata-Rata		2,73 mm	19,65 BHN
1	Mn 20% Mg 10%	2,61 mm	
2	Mn 20% Mg 10%	2,73 mm	
3	Mn 20% Mg 10%	2,77 mm	
Rata-Rata		2,70 mm	19,90 BHN

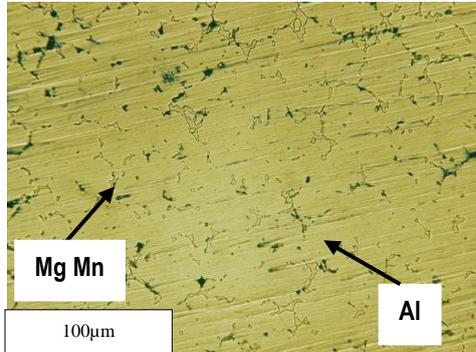
Data tersebut kemudian diolah dalam bentuk grafik sebagai berikut :



3.3 Hasil pengujian mikro

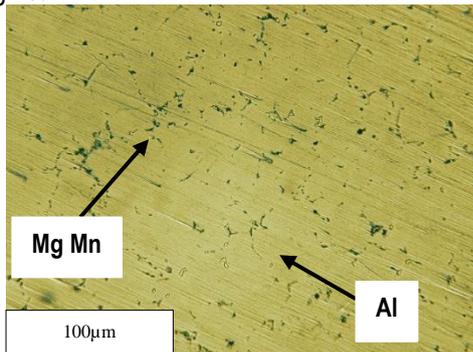
Pengamatan struktur mikro digunakan untuk menganalisa struktur maupun penyebaran distribusi partikel didalam tiap spesimen. Pengamatan dalam penelitian struktur mikro ini menggunakan pembesaran 40x. Hasil dari pengujian mikro dapat dilihat sebagai berikut:

- 1) Hasil pengujian struktur mikro spesimen 1 Mn 10% Mg 5%



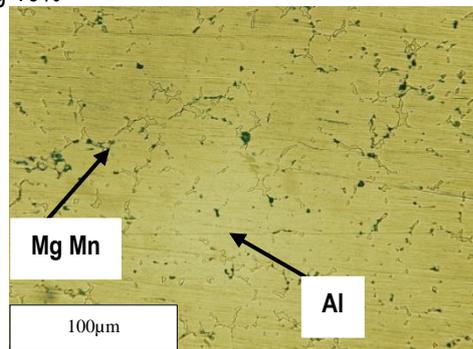
Gambar 3.3 Struktur mikro paduan Mn 10% Mg 5%

- 2) Hasil pengujian struktur mikro pada spesimen 2 Mn 15% Mg 7%



Gambar 3.4 Struktur mikro paduan Mn 15% Mg 7%

- 3) Hasil pengujian struktur mikro pada spesimen 3 Mn 20% Mg 10%



Gambar 3.5 Struktur mikro paduan Mn 20% Mg 10%

3.4 Pembahasan

Pada variasi ke 1 tegangan tarik mendapatkan hasil rata-rata sebesar 128,15 MPa. Dan pada variasi ke 2 mengalami penurunan dengan hasil 99,62 MPa. Selanjutnya pada variasi ke 3 mengalami kenaikan dengan hasil 116,47

MPa. Data hasil pengujian ini jika dibandingkan dengan hasil uji tarik Al 6061 mengalami penurunan. Yang mana kekuatan tarik dari Al 6061 sebesar 310 MPa[7].

Selanjutnya pengujian kekerasan. Pada variasi ke 1 nilai kekerasan *brinell* mendapatkan hasil rata-rata sebesar 21,81 BHN. Dan pada variasi ke 2 mengalami penurunan dengan hasil 19,65 BHN. Selanjutnya pada variasi ke 3 mengalami kenaikan dengan hasil 19,90 BHN. Data hasil pengujian ini jika dibandingkan dengan hasil nilai kekerasan *brinell* Al 6061 mengalami penurunan. Yang mana nilai kekerasan *brinell* dari Al 6061 sebesar 30 BHN.

Jika dilihat dari hasil tersebut maka kekuatan mekanik ke 3 spesimen mengalami penurunan dibandingkan dengan kekuatan mekanik Al 6061. Pada sampel ke 2 mengalami penurunan yang paling tinggi. Hal tersebut dapat dilihat pada struktur mikro di sampel 2 yang mengalami penyebaran logam paduan kurang baik. Terlihat logam paduan kurang terikat satu dengan yang lain. Hal tersebut dapat dikarenakan adanya gas hidrogen dan oksigen yang larut pada logam cair tetapi tidak larut pada logam padat. Dan pada saat pendinginan terjadi pelepasan gas yang membuat logam paduan tidak tersebar dengan baik[3].

Selain itu penurunan juga dapat disebabkan karena kenaikan titik lebur aluminium. Hasil tersebut berkaitan dengan penambahan Magnesium (Mg) dan Mangan (Mn) pada aluminium yang dicor. Dimana secara umum penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Tetapi jika melebihi konsentrasi tersebut, maka umumnya titik lebur akan meningkat yang mana akan menyebabkan peningkatan kerapuhan dan porositas hasil coran. Hal itu diakibatkan terbentuknya senyawa, Kristal atau granula pada logam. Tetapi kekuatan logam tidak bergantung pada paduannya, tetapi juga bagaimana perlakuan panas dilakukan terhadap aluminium tersebut[8]. Titik lebur yang meningkat menyebabkan penurunan kekuatan mekanik logam. Yang mana pada 700°C merupakan suhu yang menyebabkan penurunan sifat termodinamika, sifat mekanik, sifat transformasi dan sifat termofisika pada logam aluminium[9].

Kurang menyebarnya logam paduan juga disebabkan karena Mn tidak mampu menetralkan penyusutan dan deformasi selama proses pembekuan. Pada proses pembekuan Mn akan bersikulasi kesemua sistem struktur. Sistem struktur yang tidak mampu dilalui Mn akan membentuk kekosongan[3].

4. Kesimpulan

Penelitian ini ditunjukkan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan logam paduan Mg dan Mn pada Al 6061 terhadap kekuatan mekanik. Dimana dari hasil campuran tersebut akan membentuk sifat mekanik baru. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah. Pada komposisi Mn 10% Mg 5% mendapatkan hasil tertinggi pada pengujian tarik sebesar 128,15 MPa dan pengujian kekerasan sebesar 21,81 BHN. Dari ketiga komposisi logam paduan hasil dari

kekuatan mekanik pengecoran aluminium cenderung menurun dibandingkan dengan kekuatan mekanik aluminium 6061. Dari hasil pengamatan mikro spesimen Mn 15% Mg 7% terlihat bahwa logam paduan cenderung tidak saling terikat serta kurang menyebarkan yang menyebabkan hasil uji tarik dan kekerasan paling rendah.

Untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari aluminium tidak hanya dipengaruhi oleh campuran logam paduan saja. Tetapi juga dapat dipengaruhi dari perlakuan panas yang dilakukan pada aluminium tersebut. Untuk itu saran dari peneliti selanjutnya untuk lebih memperhatikan juga perlakuan panas, baik pada titik lebur aluminium maupun lamanya waktu peleburan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Setiyawan, "Pengaruh Komposisi Magnesium (Mg), Mangan (Mn) Dan Silikon (Si) Pada Metode Stir Casting Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Aluminium," Universitas Negeri Semarang, 2019.
- [2] S. N. Cholis, "Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium," Universitas Sebelas Maret, 2013.
- [3] N. Firmawati, "Pengaruh Penambahan Mangan (Mn) Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075," Universitas Andalas, 2010.
- [4] M. Dewi, A. A. Alhamidi, and M. Fitrullah, "Studi Mikrostruktur dan Sifat Mekanik Aluminium 6061 Melalui Proses Canai Dingin dan Aging," *J. Furn.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2016.
- [5] B. Simanjuntak, "Pengaruh Konsentrasi Mangan (Mn) Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah," Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [6] W. T. Bhirawa, "Proses Pengecoran Logam Dengan Menggunakan Sand Casting," *J. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [7] I. B. Anggoro, "Karakteristik Proses Pengelasan TIG Pada Aluminium 5052 DAN Aluminium 6061 Terhadap Sifat Mekanis DAN Struktur Mikro Untuk Aplikasi Rangka Pelindung (Roll Cage) Pada Mobil Balap Rally," *Phys. Rev. E*, p. 1, 2020.
- [8] A. R. Sayuti, "Kaji Eksperimen Pengaruh Variasi Temperatur Penuangan DAN Temperatur Cetakan Terhadap Struktur Mikro Paduan Al-Cu," Universitas 17 Agustus 1945, 2018.
- [9] M. Lutfi and S. Hidayat, "Simulasi Numerik Sifat Mekanik Dan Termo-Fisika Logam Paduan Akibat Temperatur," *Politek. Negeri Bandung*, no. January, pp. 22–28, 2017.