

STUDI TEMPERATUR TUANG TERHADAP KEKUATAN BENDING PADUAN Al-Si DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR

Arief Rofandi

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : ariefrofandi@mhs.unesa.ac.id

Mochamad Arif Irfa'i

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Aluminium adalah logam yang paling banyak digunakan di dalam dunia industri dan otomotif. Aluminium memiliki titik lebur yang rendah sehingga Aluminium banyak digunakan sebagai bahan baku proses pengecoran. Aluminium dipadukan dengan bahan lain bertujuan untuk merubah sifat mekanik yang sesuai dengan tujuan industri tertentu. Salah satunya yaitu Al-Si yang memiliki sifat *fluiditas* (mampu alir) yang baik sehingga aluminium dan silikon dapat mengalir lebih mudah pada proses pengecoran. Proses pengecoran memiliki berbagai variabel yang mempengaruhi sifat mekanik suatu material. Salah satunya adalah temperatur tuang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur tuang terhadap kekuatan bending paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan pasir. Bahan yang digunakan yaitu ingot Al-Si dengan komposisi Al 84,51% dan Si 5,21%. Ingot Al-Si dilebur menggunakan tungku peleburan injeksi dengan temperatur tuang sebesar 680°C, 705°C, 730°C, 755°C dan 780°C. Al-Si cair dituang ke dalam cetakan pasir yang menggunakan riser. Pengujian *bending* menggunakan metode *three point bending* sesuai standar ASTM E 290-14. Hasil penelitian variasi temperatur tuang terhadap kekuatan bending paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan pasir diperoleh rata-rata kekuatan bending pada temperatur 680°C, 705°C, 730°C, 755°C dan 780°C berturut-turut sebesar 558,75 Mpa, 588,75 Mpa, 592,5 Mpa, 603,75 Mpa dan 622,5 Mpa.

Kata kunci : aluminium, paduan Al-Si, pengecoran logam, temperatur tuang, cetakan pasir, uji bending.

Abstract

Aluminium is the most widely used metal in industrial and automotive world. Aluminium has the low melting point so that it is widely used as material of casting process. Aluminium combined with other materials aim to change the mechanical characteristics in which appropriate with industrial goals. One of them is Al-Si which has a good fluidity characteristics so that aluminium and silicon able to flow easier in the casting process. The casting process has various variables that affect to the mechanical characteristics of certain material. One of them is casting temperature. The purpose of this research is to know the influence of casting temperature variations toward bending strength of Al-Si alloy by using sand mold. The materials used are Al-Si ingots with compositions of Al 84,51% and Si 5,21%. Al-Si ingot is melted using melting furnace injection with casting temperature for about 680°C, 705°C, 730°C, 755°C and 780°C. The liquid Al-Si is poured into the sand mold using riser. Bending test with three point bending method based on ASTM E 290-14 standard. The result of the casting temperature variation towards bending strength of Al-Si alloy using sand mold obtained average bending strength at temperatures 680°C, 705°C, 755°C, 780°C continued on 558,75 Mpa, 588,75 Mpa, 592,5 Mpa, 603,75 Mpa and 622,75 Mpa.

Keywords : aluminium, Al-Si alloy, metal casting, casting temperature, sand mold, bending test.

PENDAHULUAN

Aluminium adalah logam yang paling banyak digunakan di dalam dunia industri dan otomotif. Aluminium merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi karena itu aluminium tergolong logam yang berlimpah di lapisan kulit bumi setelah oksigen dan silikon. Aluminium memiliki sifat yang baik terhadap korosi menjadi keunggulan aluminium. Mencampur Aluminium dengan bahan lain bertujuan untuk merubah sifat mekanik yang sesuai dengan tujuan industri tertentu (Djaprie, 1995). Salah satunya adalah Al-Si yang akan

mempengaruhi mampu mesin dan keuletan suatu material sesuai jumlah penambahan unsur silikon dan Al-Si memiliki sifat *fluiditas* (mampu alir) yang baik maka aluminium dan silikon dapat mengalir lebih mudah pada proses pengecoran (Brown, 1999). Oleh karena itu kebanyakan pengecoran logam untuk aluminium paduan menambahkan silikon sebagai paduan yang utama. Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Pengecoran logam memiliki berbagai

macam metode, diantaranya yaitu pengecoran logam menggunakan cetakan pasir. Metode ini mempergunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan logam cair ke dalam rongga cetak (*cavity*) sesuai dengan bentuk atau desain yang terbuat dari pasir. Pengecoran menggunakan cetakan pasir memiliki keunggulan baik untuk produksi massal dan ukuran benda yang presisi. Berdasarkan artikel (Ceper, 2015) permasalahan yang sering terjadi pada pengecoran yaitu jenis cetakan menyebabkan porositas yang mempengaruhi sifat mekanis suatu material bahkan menyebabkan cacat produk. Berbagai macam cara dilakukan guna meningkatkan kualitas pada pengecoran, diantaranya yaitu dengan variasi temperatur penuangan.

Temperatur penuangan berperan penting terhadap hasil pengecoran. Secara teori aliran temperatur tuang terlalu rendah mengakibatkan mampu alir material yang buruk, sehingga menyebabkan rongga cetak tidak terisi penuh karena logam cair cepat membeku sedangkan Temperatur terlalu tinggi menyebabkan penyusutan dimensi (Tofa, 2017). Dengan adanya rongga dan cacat pada produk tentunya mempengaruhi sifat mekanis material dan hasil produk jadi. Laboratorium $\alpha\beta\gamma$ Malang (2017) sering mengalami kegagalan pengecoran karena temperatur penuangan yang terjadi pada *pulley*. *Pulley* mengalami cacat produk karena terlalu cepat membeku dan ukuran yang tidak presisi karena penyusutan.

Pulley berperan penting dalam dunia industri dan otomotif. *Pulley* merupakan salah satu dari berbagai macam transmisi. Penggunaan *pulley* selalu berpasangan dan dihubungkan dengan sabuk (*belt*). *Pulley* harus memiliki sifat mekanis yang baik dan tahan aus. Aplikasi *pulley* sebagai sistem kerja suatu mesin pada dunia industri sangatlah penting. Menurut CV. Mitra Mulia Teknik (2017) yang bekerja dibidang perbaikan *compressor* bahwa *pulley* pada mesin produksi (*compressor*) sering mengalami aus yang menyebabkan tenaga tidak tersalurkan baik dan kegagalan kerja mesin berupa pembengkokan *pulley* karena beban. Beban tersebut merupakan beban *bending* yang menyebabkan *pulley* mengalami pembengkokan terutama *compressor* yang memproduksi udara bertekanan tinggi.

Pembengkokan suatu material karena pembebanan dapat diukur menggunakan pengujian lengkung (*bending*). Pengujian ini dibedakan menggunakan tipe pembebanan. Tipe pembebanan yang mudah digunakan adalah *three point bending* yaitu pemberian beban terhadap suatu material pada suatu titik ditengah dari material yang ditahan diatas dua tumpuan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan *bending* suatu material.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan *bending* paduan Al-Si dengan variasi temperatur tuang.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan didua tempat. Untuk proses pengecoran dilakukan di Laboratorium $\alpha\beta\gamma$ Landung Sari, Malang, Jawa Timur. Sedangkan untuk pengujian *bending* dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

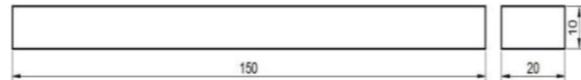
• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, mulai bulan Desember 2017 sampai dengan bulan Maret 2018.

Rancangan penelitian

• Cetakan Pasir

Pembuatan cetakan pasir dengan mal berbentuk spesimen uji *bending* yang mengacu pada standar ASTM E23-02.



Gambar 1. ASTM E23-02

• Variasi Temperatur Tuang

Ingot Al-Si di lebur ditunggu peleburan injeksi yang menggunakan *thermocontrol* dengan variasi temperatur tuang sebesar 680°C, 705 °C, 730 °C, 755 °C dan 780 °C. Al-Si cair dituang ke dalam cetakan pasir secara manual.

• Uji Bending

Pengujian *bending* dengan dimensi spesimen mengacu pada ASTM E23-02. Pengumpulan data pengujian *bending* dilakukan dengan mengukur dimensi spesimen kemudian memberi beban (F) pada bagian tengah spesimen yang ditumpu oleh dua tumpuan sesuai standar *three point bending* ASTM E290-14.

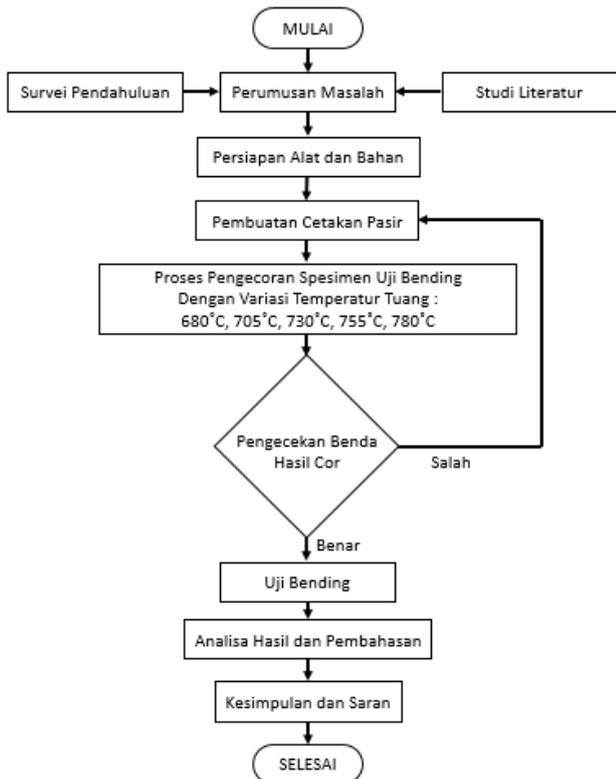
Beban (F) yang terlihat pada jarum penunjuk beban akan meningkat secara perlahan hingga spesimen patah. Setelah spesimen patah mesin akan berhenti secara otomatis dan jarum akan menunjukkan beban maksimum ketika spesimen patah. Dimensi spesimen dan beban (F) maksimum ketika spesimen patah dicatat. Untuk mendapatkan kekuatan *bending* perlu dilakukan perhitungan yaitu beban (N) maksimal ketika spesimen patah dimasukkan ke dalam persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Dimana:

- σ_b = Kekuatan *bending* (Mpa)
- F = Beban (N)
- L = Panjang spesimen (mm)
- b = Lebar spesimen (mm)
- d = Tebal spesimen (mm)

• *Flowchart* Penelitian



Gambar 2. *Flowchart* Proses Penelitian
 Peneliti mengawali penelitian dengan survey pendahuluan dan studi literatur sehingga ditemukan rumusan masalah. Setelah itu dilakukan persiapan penelitian dan membuat cetakan pasir. Proses pengecoran dilakukan dengan variasi temperatur tuang sebesar 680°C, 705 °C, 730 °C, 755 °C dan 780 °C. kemudian diuji bending sehingga didapatkan hasil. Hasil uji dianalisis dan kemudian disimpulkan.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013).

- Variabel terikat:
 - Nilai kekuatan *bending*
- Variabel bebas:
 - Temperatur tuang pengecoran sebesar 680°C, 705 °C, 730 °C, 755 °C dan 780 °C.
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :
 - Bahan yang digunakan yaitu paduan Al-Si.
 - Cetakan yang digunakan pada proses pengecoran adalah cetakan pasir.
 - Model saluran tuang menggunakan riser.
 - Pengecoran dilakukan di tungku peleburan listrik dilengkapi dengan *thermo control*.
 - Pengujian *bending* menggunakan spesimen yang dibentuk sesuai standar pengujian *bending* ASTM E23-02.

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

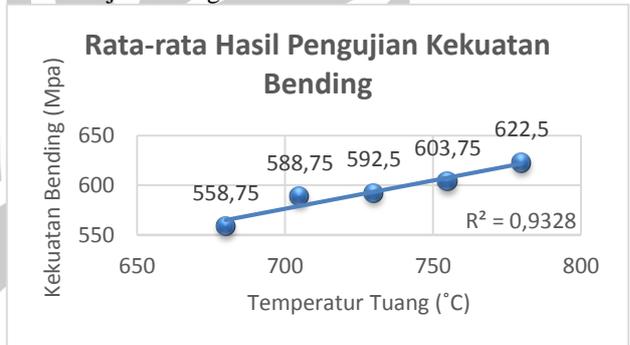
- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Tungku peleburan
 - Rangka cetakan pasir
 - Timbangan
 - Mal spesimen *bending*
 - Pipa
 - Sekrup dan baut
 - Sarung tangan
 - Penjepit
 - Ladel
- Bahan yang digunakan dalam pengecoran adalah Aluminium dengan paduan Silikon sebesar 5,21%.
- Instrumen yang digunakan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut:
 - Mesin uji *bending*

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dan kualitatif deskriptif bertujuan untuk membuktikan fakta yang terjadi pada penelitian. Data pengujian yang diperoleh akan diolah menggunakan excel dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan menganalisis dan mengetahui pengaruh perubahan kekuatan *bending* dengan perbedaan temperatur tuang disetiap variasinya. Data diolah menggunakan SPSS untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh variasi temperatur tuang terhadap kekuatan *bending*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Uji Bending



Gambar 3. Diagram Hasil Rata-rata Hasil Pengujian Kekuatan Bending

Berdasarkan gambar 5 rata-rata kekuatan bending terbesar terdapat pada temperatur tuang 780°C yaitu memiliki kekuatan bending sebesar 622,5 Mpa, sedangkan kekuatan bending terkecil terdapat pada temperatur tuang 680°C yaitu memiliki kekuatan bending sebesar 558,75 Mpa. Terjadi peningkatan sebesar 63,75Mpa. Hal ini dikarenakan semakin tinggi jarak antara temperatur penguangan dengan temperatur pembekuan membuat cairan yang dituangkan dapat mengisi semua rongga cetakan sebelum mengalami pembekuan sehingga hasil pengecoran lebih solid tanpa adanya rongga dibagian dalam. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa semakin tinggi temperatur tuang maka semakin tinggi kekuatan bending yang dihasilkan.

Penelitian oleh Mohamad Tofa dkk (2017) tentang pengaruh variasi temperatur tuang terhadap struktur mikro menggunakan cetakan pasir dan bahan paduan Al 88%, Si 7,98%, Fe 1,9%, Cu 0,12% dan Mn 0,11%

yang kemudian dilebur dan dituang ke dalam cetakan dengan variasi temperatur tuang dari 660 °C, 700 °C dan 740 °C. Penelitian tersebut mendapatkan hasil yaitu struktur dendrite sangat jelas dengan ukuran yang lebih besar dan panjang dibanding dengan temperatur tuang sebelumnya yang lebih rendah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Mohamad Tofa dkk (2017), bahwa tingginya temperatur tuang membuat struktur dendrite menjadi lebih lebar. Struktur dendrite yang berukuran besar memiliki sifat yang ulet sehingga menghasilkan kekuatan bending yang tinggi.

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian studi temperatur tuang terhadap kekuatan *bending* paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan pasir dapat disimpulkan bahwa:

- Variasi temperatur tuang paduan Al-Si dengan menggunakan cetakan pasir mempengaruhi kekuatan *bending*. Kekuatan *bending* pada temperatur 680°C, 705°C, 730°C, 755°C dan 780°C berturut-turut sebesar 558,75 Mpa, 588,75 Mpa, 592,5 Mpa, 603,75 Mpa dan 622,5 Mpa. Kekuatan *bending* terbesar terdapat pada temperatur tuang 780°C yaitu memiliki kekuatan *bending* sebesar 622,5 Mpa, sedangkan kekuatan *bending* terkecil terdapat pada temperatur tuang 680°C yaitu memiliki kekuatan *bending* sebesar 558,75 Mpa. Terlihat adanya peningkatan kekuatan *bending* pengaruh variasi temperatur tuang dari 680°C hingga 780°C yaitu kekuatan *bending* meningkat sebesar 63,75 Mpa. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa semakin tinggi temperatur tuang maka semakin tinggi kekuatan *bending* yang dihasilkan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka diberikan saran sebagai berikut:

- Suhu lingkungan pada saat proses penuangan lebih diperhatikan.
- Posisi rongga antara spesimen satu dengan spesimen lainnya pada cetakan pasir lebih diperhatikan.
- Keseragaman permeabilitas cetakan pasir lebih diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- AFS. 2001. *Casting Defect Handbook*. American Foundry Society.
- AFS. 2004. *Aluminum Alloy Casting; Properties, Processes, & Applications Handbook*. American Foundry Society.
- Aluminium, indonesia. *Pengertian aluminium alloy*. <http://aluminiumindonesia.com/pengertian-aluminium-alloy-dan-fungsinya/>. (25 November 2017)

ASM. 2010. *ASM Handbook Volume 3 Alloy Phase Diagram*. ASM International Handbook Committee.

ASTM B311-93. 2002. *Test Method for Density Determination for Powder Metallurgy*. ASTM.

ASTM E290-14. 2015. *Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility*. ASTM.

ASTM D790-03. *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Insulating Material*. ASTM.

ASTM B311-93. 2002. *Test of Method for Density Determination for Powder Metallurgy Materials Containing Less Than Two Percent Porosity*. ASTM.

Ceper, *Cetakan pasir sand moulding*. <https://logamceper.com/cetakan-pasir-sand-moulding/>. (24 November 2017).

Hapli. *Paduan Al Si*. https://hapli.wordpress.com/non_ferro_paduan-alsi/. (25 November 2017).

Harjanto, Budi. 2008. *Pengaruh Temperatur Tuang dan Temperatur Cetakan pada HPDC Berbentuk Piston Paduan Aluminium-Silikon*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Kedepanpena. *Proses pengecoran logam*. <http://kedepanpena.blogspot.co.id/2016/01/proses-engecoran-logam.html>. (27 November 2017).

Naharudin. 2015. *Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan Las pada Material Baja SM490 dengan Metode Pengelasan SMAE dan SAW*. Palu: Universitas Tadulako.

Wijaya, Tofa. 2017. *Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro pada Pengecoran Aluminium*. Surakarta: Universitas Surakarta.