

PENGARUH KECEPATAN PUTAR TERHADAP KEKUATAN BENDING PADA ALUMINIUM (AI) MENGGUNAKAN MESIN *CENTRIFUGAL CASTING*

Muchammad Hafidz Aminuddin

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: muchammadaminuddin@mhs.unesa.ac.id

Mochamad Arif Irfa'i

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan kehidupan manusia sangatlah pesat diikuti oleh kebutuhan material terutama yang berasal dari logam. Proses pengecoran logam yang terdapat di pasaran masih menggunakan metode tradisional dengan cara menggunakan pengecoran tuang, cetakan pasir dan menggunakan proses pengelasan, untuk mengembangkan metode tradisional pengecoran *centrifugal casting* sangat cocok guna memproduksi pipa tanpa sambungan. Proses pengecoran yang digunakan yaitu menggunakan metode *centrifugal casting* dengan mengatur kecepatan putaran motor menggunakan variasi kecepatan 500 rpm, 750 rpm dan 1000 rpm karena memiliki keunggulan proses pembekuan yang merata, memiliki permukaan yang merata, menghasilkan produk pipa tanpa sambungan, dan kecepatan bisa diatur. Dengan menggunakan aluminium, aluminium dilebur menggunakan tungku dengan suhu 600°C hingga aluminium menjadi cair kemudian dimasukkan kedalam cetakan *centrifugal casting*. Sebagai pendukung dilakukan uji Bending dan uji Tarik. Hasil dari penelitian pengaruh variasi kecepatan putar 500 rpm, 750 rpm dan 1000 rpm dengan uji bending berturut-turut sebesar 916,65 MPa, 1008,32 MPa Berdasarkan simpulan dari penelitian ini bahwa kecepatan putar mempengaruhi dari uji bending. Kecepatan putar yang optimum terdapat pada 1000 rpm dengan 1216,65 MPa.

Kata kunci : *centrifugal casting*, pengecoran Aluminium, variasi putaran.

Abstract

The development of human life is very rapidly followed by the needs of materials, especially those from metal. The process of casting metals on the market still uses traditional methods by using castings, sand molds and using a welding process, to develop the traditional method of *centrifugal casting* is very suitable for producing pipes without connection. The casting process used is using the centrifugal casting method by adjusting the motor rotation speed using a variation of speed of 500 rpm, 750 rpm and 1000 rpm because it has the advantage of evenly freezing process, has a uniform surface, produces pipe products without connection, and speed can be adjusted. Using aluminum, aluminum is melted using a furnace with a temperature of 600°C until the aluminum becomes liquid and then put into the centrifugal casting mold. As a supporter, Bending and Pull tests are carried out. The results of the study influence the variations in rotational speed of 500 rpm, 750 rpm and 1000 rpm with bending tests of 916.65 MPa, 1008.32 MPa and 1216.65 MPa. Based on the conclusions from this study that the rotational speed affects the bending test. The optimum rotational speed is at 1000 rpm with 1216.65 MPa.

Keywords: centrifugal casting, Aluminum casting, rotation variations.

PENDAHULUAN

Logam merupakan material yang banyak digunakan dalam bidang industri dan transportasi, maka industri pengecoran logam di tuntut untuk menghasilkan produk yang baik. Perkembangan kehidupan manusia sangatlah pesat diikuti oleh kebutuhan material terutama yang berasal dari logam. Proses pengecoran logam yang terdapat di pasaran masih menggunakan metode tradisional dengan cara menggunakan cetakan pasir dan proses pengelasan. Jenis logam yang banyak digunakan adalah besi, aluminium, seng, tembaga, baja, dan nikel.

Proses pengecoran *sentrifugal casting* berbeda dengan proses pengecoran statik, pada pengecoran sentrifugal, penuangan logam terjadi pada cetakan yang

berputar pada kecepatan tertentu, sedangkan pada pengecoran statik pembekuan logam terjadi pada cetakan yang diam. Pada pengecoran sentrifugal dapat dilakukan secara vertikal maupun horizontal. Produk cor yang dihasilkan dengan metode *centrifugal* ini mempunyai kelebihan yaitu arah pembekuan yang terarah dari bagian luar maupun bagian dalam, dapat memproduksi pipa bawah tanah tanpa sambungan. Material yang digunakan adalah aluminium logam yang paling banyak digunakan di dalam dunia industri dan otomotif. Aluminium merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi. Aluminium memiliki sifat yang sangat baik terhadap korosi menjadikan keunggulan

dari sifat aluminium. Aluminium murni memiliki sifat mekanis yaitu keuletan yang tinggi (Djaprie, 1995).

Centrifugal casting dapat diaplikasikan untuk menghasilkan komponen-komponen yang berbentuk silindris dengan diameter besar maupun kecil. Pada penelitian ini dengan menggunakan material aluminium karena memiliki kekuatan tahan korosi dan ringan sangat cocok digunakan sebagai pipa saluran air bawah tanah dan juga bisa memproduksi ass roda, dengan melakukan tiga variasi kecepatan putar sebesar 500 rpm, 750 rpm, 1000 rpm.

Permasalahan yang menyebabkan proses *centrifugal casting* yang sering terjadi yaitu porositas cacat ruang pada material. Pengujian bending yaitu pemberian beban terhadap suatu material ditempatkan pada titik tengah material yang ditahan diantara dua tumpuan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan *bending* suatu material. Dengan metode pengujian momen lentur sederhana dimana bahan ujinilai modulus elastisitas (*E*) pada bahan uji (*specimen*).

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, guna mengembangkan mesin *centrifugal casting* untuk pembuatan pipa saluran air bawah tanah dengan menggunakan material paduan aluminium dilakukan dengan menggunakan tiga variasi kecepatan putar mesin sebesar 500 rpm, 750 rpm dan 1000 rpm, karena untuk mengetahui uji kekuatan tarik dan uji bending dengan pembebanan *three point bending* sehingga hasilnya dapat diperoleh nilai tegangan tarik maksimum, dan nilai modulus elastisitas (*E*) untuk pipa saluran air yang layak pakai.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap kekuatan bending material aluminium?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar pada mesin *centrifugal casting* terhadap kekuatan bending.

Centrifugal casting

Pengecoran *centrifugal* adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar. Proses pengecoran ini menghasilkan produk coran yang relatif bebas dari gas dan porositas penyusutan. Karena pengaruh dari gaya *centrifugal* hasil coran akan lebih padat, permukaan halus dan struktur logam yang dihasilkan akan memberikan sifat mekanik yang baik. Kecepatan putar cetakan yang ideal akan menghasilkan gaya adhesi yang cukup besar antara logam cair dengan dinding cetakan dan getaran yang minimal pada kecepatan putar yang terlalu rendah dapat menghasilkan permukaan yang kurang baik. Sedangkan kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menimbulkan getaran, dimana

hasilnya berupa perpisahan melingkar (Situngkir, Haposan. 2009).

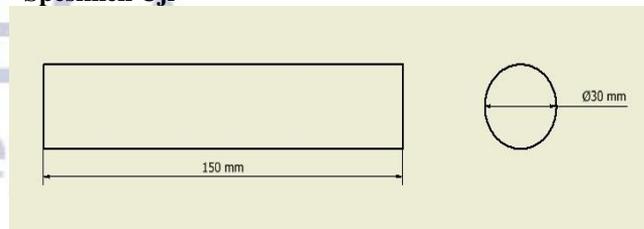
Penggunaan mesin *centrifugal casting* pada pengecoran aluminium sudah digunakan pada penelitian Masyari tahun 2013, Haposan situngkir tahun 2009 dan Muhammad Abdus Shomad dan Priyo Tri Iswanto tahun 2014 sehingga bisa digunakan sebagai rujukan untuk pemilihan metode pengecoran yaitu menggunakan mesin *centrifugal casting*.

Pengaruh Kecepatan Putar Mesin

Pada pengecoran centrifugal, cetakan diputar pada putaran tertentu dan besarnya putaran yang diberikan dengan grafitasi (G). Kecepatan putar cetakan yang paling rendah pada mesin cetak sentrifugal mendarat adalah 20G. Umumnya coran berbentuk silindris seperti pipa, dituang pada kecepatan putar cetakan sebesar 40G sampai dengan 60G. Untuk coran dengan ketebalan yang besar (10 inci atau lebih) kriteria di atas harus dicermati dengan hati-hati. Diameter dalam menjadi sangat kecil, jika digunakan putaran dengan 60G yang didasarkan pada diameter dalam coran, maka dihasilkan putaran yang berlebih, hal ini akan menghasilkan tegangan yang berlebih pada diameter luar coran yang dapat mengakibatkan retak pada arah logitudinal. (Nathan, Janco. 1992).

Pengaruh kecepatan putar pada mesin *centrifugal casting* yaitu Putaran cetakan yang semakin tinggi mengakibatkan gaya sentrifugal yang terjadi pada coran juga semakin besar. Semakin besar gaya sentrifugal maka gaya yang diterima oleh partikel-partikel dalam logam cair akan semakin besar. Jika kecepatan terlalu rendah dapat mengakibatkan *sliding* dan menghasilkan permukaan akhir yang kurang baik. Laju penuangan yang terlalu lambat akan menghasilkan formasi bertumpuk dan porositas gas, dimana laju pembekuan yang sangat lambat merupakan salah satu penyebab terjadinya keretakan ke arah longitudinal.

Spesimen Uji



Gambar 1 Pembuatan pesimen uji bending mengacu pada ASTM E23-02

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan eksperimen riset (*eksperimental reasearch*). Penelitian eksperimental merupakan satu-satunya metode penelitian yang dapat menguji secara benar hipotesis menyangkut hubungan kausal (sebab akibat). Dalam penelitian eksperimen dilakukan perubahan paling sedikit satu variabel,

mengontrol variabel lain yang relevan dan mengobservasi efek atau pengaruhnya terhadap satu atau lebih variabel terikat (Gay, 1981) . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan *bending* paduan Aluminium menggunakan mesin *centrifugal casting* dengan variasi kecepatan putar.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan Universitas Negeri Surabaya. Proses pengecoran *centrifugal casting* dilakukan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik di Lab Pengecoran Universitas Negeri Surabaya sedangkan pengujian *bending* dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

- Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, mulai bulan Maret 2019 sampai dengan bulan Juli 2019.

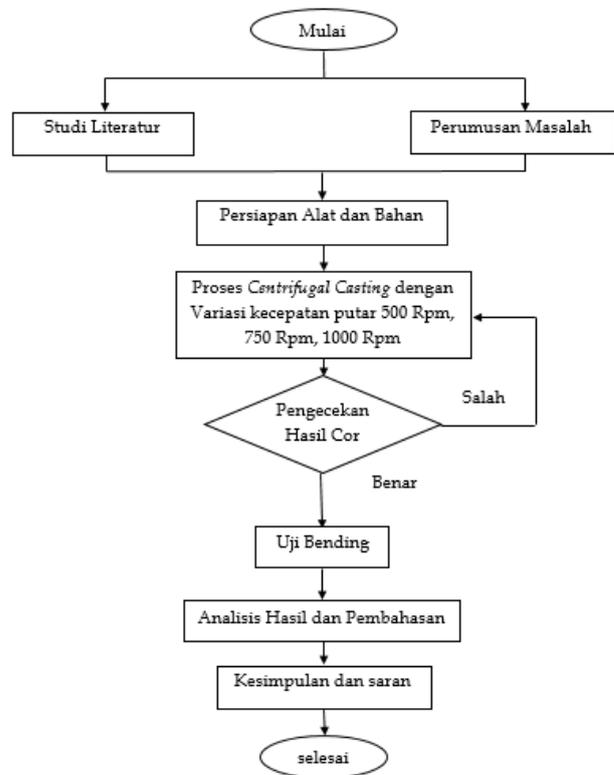
Variabel Penelitian

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

- Variabel Terikat
 - Nilai kekuatan Bending
 - Nilai kekuatan Tarik
- Variabel Bebas
 - Variasi kecepatan putar pengecoran *centrifugal casting* yang telah ditentukan yaitu 500 Rpm, 750 Rpm dan 1000 Rpm.
- Variabel kontrol
 - Bahan yang digunakan paduan Aluminium.
 - Cetakan yang digunakan pada proses pengecoran adalah cetakan besi cor.
 - Metode saluran tuang menggunakan mesin *centrifugal casting*.
 - Pengujian *tarik* dan pengujian *bending* menggunakan spesimen yang dibentuk sesuai standar pengujian tarik ASTM E8 dan pengujian bending ASTM E 290-14.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah langkah-langkah pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti. Berikut diagram alir proses penelitian yang dilakukan



Gambar 2 Flowchart Proses Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Mesin *Centrifugal Casting*
 - Dapur Peleburan
 - Lader
 - Tempat penuangan cairan logam
 - Sarung tangan
 - Penjepit
 - Palu
 - Kunci-kunci
- Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:
 - Aluminium paduan

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan percobaan variasi putar mesin *centrifugal casting*. Tujuan utama dari pengecoran mesin *centrifugal casting* untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar yang dihasilkan oleh mesin *centrifugal casting* pengujian bending. Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu setelah dilakukan proses pengecoran paduan Aluminium (Al), selanjutnya dilakukan pengujian pengujian kekuatan bending data pengujian diolah dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis.

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 kekuatan bending dengan variasi kecepatan putar antara 500 Rpm, 750 Rpm dan 1000 Rpm. Langkah berikutnya menggunakan analisis kuantitatif untuk mendeskripsikan data tersebut sehingga mudah untuk dipahami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Bending

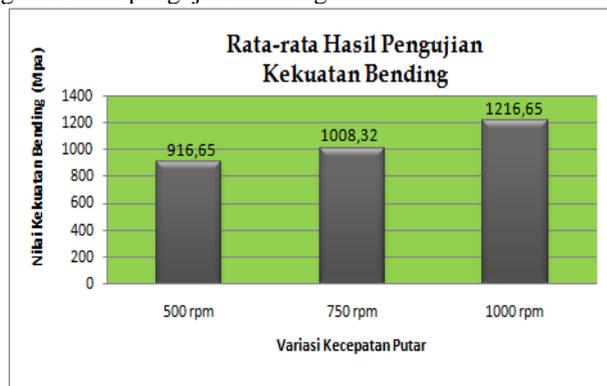
Uji bending dilakukan di laboratorium pengujian bahan Universitas Brawijaya Malang. Uji bending ini menggunakan metode *three point bending* yang menggunakan 9 spesimen sebagai benda uji. Spesimen diukur dimensinya kemudian spesimen diberi beban dibagian tengah spesimen sesuai standar ASTM E 290-14 hingga spesimen mengalami perpatahan.

Tabel 1 Hasil Pengujian Bending

Kecepatan putar Rpm	spes	Dimensi Spesimen		Patah		Kekuatan Bending (Mpa)
		Panjang (mm)	Tebal (mm)	F (N)	Rata Rata	
500	1	150	30	3500	3666,6	916,65
	2	150	30	3800		
	3	150	30	3700		
750	1	150	30	4300	4033,3	1008,32
	2	150	30	3700		
	3	150	30	4100		
1000	1	150	30	4500	4866,6	1216,65
	2	150	30	4900		
	3	150	30	5200		

Pembacaan alat uji *bending* menggunakan sistem analog dengan penambahan beban per 100 N. Nilai hasil uji kekuatan *bending* mengalami selisih cukup kecil antara spesimen 1 dengan yang lainnya disetiap variasi kecepatan putar. Karena dari 3 spesimen ditempatkan di posisi *centrifugal* jadi menyebabkan selisih spesimen tidak seberapa jauh dengan spesimen yang lain.

Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap kekuatan bending pada Aluminium paduan diolah menjadi grafik. Berikut grafik hasil pengujian bending



Gambar 3 Grafik hasil pengujian bending

Hubungan antara kecepatan putar terhadap kekuatan *bending* (σ_b). Berdasarkan garis linear pada grafik terlihat adanya peningkatan kekuatan *bending* disetiap

kenaikan variasi kecepatan putar dari 500 rpm hingga 1000 rpm yaitu kekuatan bending meningkat sebesar 300 MPa. Hal ini disebabkan karena pengaruh kecepatan putar mesin *centrifugal casting*. Kekuatan *bending* terbesar terdapat pada variasi kecepatan putar 1000 rpm yaitu memiliki kekuatan bending sebesar 1216,65 MPa, sedangkan kekuatan *bending* terkecil terdapat pada variasi kecepatan putar 500 rpm yaitu memiliki kekuatan *bending* sebesar 916,65 MPa. Kekuatan bending aluminium dipasaran umumnya sangat rendah yaitu memiliki 580 MPa. Sehingga untuk penggunaan aluminium perlu dipadukan dengan logam, dan unsur lainnya.

Pembahasan Uji Bending



Gambar 4 Spesimen Uji Bending 500 rpm



Gambar 5 Spesimen Uji Bending 750 rpm



Gambar 6 Spesimen Uji Bending 1000 rpm

Penelitian diatas memperoleh hasil bahwa kecepatan putar 500 rpm, 750 rpm, dan 1000 rpm mempengaruhi bentuk fisik spesimen uji bending. Hasil tersebut menyatakan bahwa kerapatan hasil pengecoran *centrifugal casting* bahwa semakin tinggi kecepatan putar semakin bagus hasil coran pipa aluminium. Semakin cepat kecepatan putar yang di timbulkan dari proses pengecoran *centrifugal casting* maka semakin tinggi nilai kekuatan bending (Teknik Pengecoran Logam, 2015). Karena, jika terlalau tinggi kecepatan putar dapat menimbulkan getaran, dan menyebabkan permukaan mengalami perpisahan melingkar.

Analisa Bending

Berdasarkan analisis disetiap pengujian didapatkan bahwa secara kualitatif berdasarkan grafik pada gambar 4 yaitu kekuatan bending seiring kecepatan putar mengalami peningkatan disetiap variasi kecepatan putar mesin Meningkatkan kecepatan putar mesin membuat kekuatan pipa meningkat dikarenakan dengan meningkatkan kecepatan putar mesin membuat Aluminium cair lebih cepat mengalami pembekuan sehingga pipa yang ada didalamnya semakin rapat.

Meningkatnya kecepatan putar juga membuat modulus elastisitas menurun karena kecepatan rendah menyebabkan pipa mengalami kekakuan.

Analisis menggunakan metode anova

Data hasil pengujian selanjutnya dianalisa untuk bisa mendapatkan jawaban dari rumusan hipotesa yang telah dibuat menggunakan metode anova tunggal (*One-way Anova*) dengan aplikasi SPSS 22. Sebelum dilakukan pengujian anova, data harus terlebih dahulu dipastikan bahwa data dari masing-masing varian berdistribusi normal, sama (homogen), dan sampel tidak berhubungan satu dengan yang lain. Oleh karena, itu perlu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terlebih dahulu.

Tabel 2 Uji Normalitas Data Uji Bending

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Jenis Orientasi		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekuatan Bending	Continuous	,253	3	.	,964	3	,637
	Dsicontinuous	,253	3	.	,964	3	,637
	Hybrid	,204	3	.	,993	3	,843

Dari hasil uji normalitas diatas dapat diketahui apakah masing-masing variabel terdistribusi normal atau tidak. Pedoman pengambilan keputusan adalah sebagai berikut :

- Jika nilai sig. kurang dari 0,05 maka, data dinyatakan memiliki distribusi tidak normal.
- Jika nilai sig. lebih dari 0,05 maka, data dinyatakan memiliki distribusi normal.

Pedoman ini mengacu pada hasil perhitungan alat uji normalitas *Shapiro-Wilk*. Dimana, menurut hasil pengujian didapatkan masing-masing variabel memiliki nilai sig. diatas 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil pengujian kekuatan *bending* **NORMAL**.

Tabel 3 Uji Homogenitas Data Uji Bending
Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kekuatan Bending	,795	2	6	,494

Dari hasil uji diatas dapat diketahui apakah sampel homogen atau tidak. Pedoman pengambilan keputusan adalah sebagai berikut :

- Jika nilai sig. kurang dari 0,05 maka, data dinyatakan tidak homogen.
- Jika nilai sig. lebih dari 0,05 maka, data dinyatakan homogen.

Hasil pengujian didapatkan nilai sig. dari masing-masing variabel diatas 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil pengujian kekuatan *bending* **HOMOGEN**

Tabel 4 Uji Anova Data Uji Bending

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kekuatan Bending	Between Groups	2268888,889	2	1134444,444	14,181	,005
	Within Groups	480000,000	6	80000,000		
	Total	2748888,889	8			

Dasar pengambilan keputusan anova tunggal adalah perbandingan F hitung dengan F tabel. Dengan ketentuan sebagai berikut:

- Jika F hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), maka Ho ditolak, Ha diterima.
- Jika F hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), maka Ho diterima, Ha ditolak.

Nilai F dihitung pada tabel 4.5 adalah 14,181 untuk uji bending dengan nilai signifikan 0,05 sementara nilai statistik tabel dapat ditemukan pada tabel F, dalam uji anova ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%. Untuk menentukan nilai F tabel dibutuhkan dk pembilang dan dk penyebut, dk pembilang didapatkan dengan menghitung jumlah variabel kelompok dikurangi 1 maka $3 - 1 = 2$; sedangkan dk penyebut adalah jumlah seluruh sampel dikurangi jumlah variabel kelompok maka $9 - 3 = 6$. Dengan nilai dk pembilang 2 dan dk penyebut 6 maka didapatkan nilai F tabel yaitu 5,14..

Berdasarkan uraian diatas pada uji bending nilai F hitung tidak lebih besar dari pada nilai F tabel pada. Maka dapat disimpulkan bahwa maka Ho diterima, Ha ditolak atau dengan kata lain tidak ada pengaruh yang signifikan variasi kecepatan putar mesin terhadap bending.

PENUTUP
SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh kecepatan putar terhadap kekuatan bending dan kekuatan tarik maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* menggunakan aluminium paduan mempengaruhi hasil kekuatan *bending*. Kekuatan bending pada variasi kecepatan putar 500 rpm, 750 rpm dan 1000 rpm berturut-turut sebesar 916,65 MPa, 1008,32 MPa dan 1216,65 MPa. Kecepatan putar yang optimum terdapat pada 1000 rpm 1216,65 MPa.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diberikan saran sebagai berikut:

- Sebaiknya digunakan pemanas untuk memanaskan cetakan agar saat penuangan cairan aluminium dapat membeku hingga ujung cetakan.
- Diameter cetakan dibuat lebih besar agar mudah saat pengeluaran spesimen

DAFTAR PUSTAKA

- Abdus Shomad Muhammad dan Priyo Tri Iswanto. 2014. *“Pengaruh Variasi Putaran Rendah Dan Putaran Sedang Pada Centrifugal Casting Terhadap SifatFatik Paduan A356 Untuk Velg Sepeda Motor”*, ISSN: 1979-911X.
- Masy’ari. 2013. *“Pengaruh Kecepatan Putar Dan Penambahan Inkulan AL-TiB Pada Centrifugal Casting Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Paduan Aluminium Cor A356 Velg Sepeda Motor”*, ISSN 1693-9085, Volume IX, Nomor 2.
- Rofandi, Arief. 2018. *“Studi Temperatur Tuang Terhadap Kekuatan Bending Paduan Al-Si Dengan Menggunakan Cetakan Pasir”*
- Setyani, Endang. 2018. *“Studi Temperatur Tuang Terhadap Kekuatan tarik Paduan Al-Si Dengan Menggunakan Cetakan Pasir”*
- Situngkir, Haposan. 2009. *“Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu Pada Pembuatan Silinder Liner Mesin Otomotif Dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar”*, Program Studi Teknik Mesin Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan.
- Soejono Tjitro dan Sugiharto. 2004. *“Pengaruh Kecepatan Putar Pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal”*.
- Sugiyono. 2013. *“Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D”*. CV Alfabeta. Bandung.
- Sugiyono. 2016. *“Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D”*. CV Alfabeta. Bandung.

