

PENGARUH KECEPATAN PUTAR PADA MATERIAL ALUMINIUM PADUAN TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN MAMPU LAS MENGGUNAKAN MESIN *CENTRIFUGAL CASTING*

Dwi Safitri

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: dwisafitri16050754048@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

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

Abstrak

Sepeda merupakan salah satu alat transportasi yang sejak lama digunakan. Bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan rangka sepeda adalah aluminium. Umumnya aluminium murni memiliki sifat mekanis yang kurang kuat menahan beban berat, walaupun tahan terhadap korosi. Penambahan magnesium diharapkan dapat menghasilkan material yang lebih baik, dikarenakan salah satu syarat pada pembuatan rangka sepeda yaitu tahan terhadap beban kejutan. Pembuatan rangka sepeda biasanya menggunakan teknik pengecoran, salah satunya menggunakan *centrifugal casting*. *Centrifugal casting* memiliki banyak keunggulan yaitu material yang dihasilkan menjadi lebih padat dan membuat porositas semakin sedikit yang dikarenakan adanya gaya sentrifugal yang didapat dari putaran cetakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap kekuatan impak dan mampu las pada material paduan aluminium magnesium dengan perlakuan las. Pengujian impak menggunakan ASTM E-23 dengan metode charpy. Kecepatan putar yang digunakan pada penelitian ini sebesar 1000rpm, 1250rpm, dan 1500rpm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai impak pada kecepatan putar 1000rpm, 1250rpm, dan 1500rpm masing-masing sebesar 0,038 J/mm²; 0,056 J/mm²; dan 0,069 J/mm². Hasil dari mampu las yang dibuktikan dari foto makro patahan setelah dilakukan uji impak yaitu material bersifat ulet yang dilihat dari adanya deformasi plastis dan penampang berwarna abu-abu.

Kata Kunci: *Centrifugal casting*, aluminium paduan, kecepatan putar, mampu las.

Abstract

Bicycles are one of the of transportation that has long been used. The material commonly used in the manufacture of bicycle frames is aluminum. Generally pure aluminum has less powerful mechanical properties to withstand heavy loads, although it is resistant to corrosion. The addition of magnesium is expected to produce better material, because one of the conditions in the manufacture of bicycle frame is resistant to shock loads. Bicycle frame making usually uses casting techniques, one of which uses centrifugal casting. Centrifugal casting has many advantages, namely the resulting material becomes denser and makes the porosity less due to the centrifugal force obtained from the rotary speed. The purpose of this study was to find out the effect of rotary speed of centrifugal casting machine on impact strength and able to weld on material magnesium aluminum alloy with additional welding treatment. Impact testing using ASTM E-23 with charpy method. The rotary speed used in this study was 1000rpm, 1250rpm, and 1500rpm. The results of this study showed that impact values at rotary speeds of 1000rpm, 1250rpm, and 1500rpm were 0.038 J/mm²; 0.056 J/mm² and 0.069 J/mm². The result of being able to weld as evidenced from the macro photo of the fault after the impact test is a tenacious material seen from the presence of plastic deformation and a gray cross-section.

Keywords: Centrifugal casting, aluminum alloy, rotary speed, weld capable.

PENDAHULUAN

Alat transportasi yang sejak lama digunakan salah satunya adalah sepeda. Pembuatan rangka sepeda tentu saja harus memenuhi syarat yang dibutuhkan, salah satunya adalah ketangguhan. Dasar dari kriteria yang baik pada pembuatan rangka sepeda adalah memiliki berat yang ringan, kekuatan dan kekakuan yang tinggi dan juga tahan terhadap korosi (Yakub, 2016). Dengan

adanya kebutuhan yang beragam, banyak produsen sepeda yang melakukan inovasi terhadap bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka sepeda.

Aluminium merupakan salah satu bahan yang sering dijumpai pada kehidupan sehari-hari. Aluminium juga merupakan material yang sering digunakan untuk pembuatan rangka sepeda karena memiliki banyak keunggulan, yaitu tahan terhadap korosi, ringan, mudah

dirawat dan harganya yang relatif murah. Penggunaan aluminium tidak dapat digunakan secara maksimal dikarenakan aluminium pada keadaan murni tidak kuat menahan beban berat atau memiliki sifat mekanik yang buruk, walaupun keunggulan yang dimiliki aluminium adalah ketahanan korosi dan juga sifat cor yang baik. Untuk memperbaiki sifat mekanis dari aluminium perlu ditambahkan unsur paduan lain, unsur yang biasanya ditambahkan pada paduan aluminium adalah Magnesium (Mg), Tembaga (Cu), Mangan (Mn), Silikon (Si), Nikel (Ni), dan lain sebagainya (Surdia dan Chijiwa, 2006). Adanya penambahan magnesium pada aluminium dapat membuat kekuatan dan kekerasan meningkat, unsur magnesium juga dapat membuat peningkatan ketahanan korosi pada paduannya (Mugiono, 2013). Aluminium paduan yang mengandung magnesium sebesar 4-10% mempunyai sifat mekanik yang baik dan juga mempunyai ketahanan terhadap korosi (Surdia, 2006).

Pengecoran logam merupakan salah satu cara yang sering digunakan pada industri besar dan juga kecil. Pengecoran dapat digunakan untuk membuat benda yang memiliki bentuk rumit. Pengecoran merupakan proses yang mana logam dicairkan yang lalu dituang ke dalam cetakan kemudian dibiarkan sampai mengeras. Salah satu proses yang sering digunakan pada industri pengecoran, yaitu *centrifugal casting*.

Centrifugal casting adalah salah satu cara yang dilakukan dengan menuangkan logam yang sudah dicairkan ke dalam cetakan yang berputar sehingga dapat dihasilkan coran yang mampat tanpa cacat yang dikarenakan pengaruh dari gaya sentrifugal. Berkaitan dengan itu, maka cara ini cocok untuk coran berbentuk tabung/silinder. *Centrifugal casting* yang biasa digunakan adalah yang menggunakan posisi mendatar, yang mana logam yang telah dicairkan dituang ke dalam cetakan yang berputar pada sumbu horizontal (Surdia dan Chijiwa, 2006). *Centrifugal casting* memiliki banyak keunggulan, yaitu porositas yang dihasilkan lebih rendah, struktur coran yang dihasilkan lebih padat, dan dapat menghasilkan hasil coran yang baik berbentuk silinder. *Centrifugal casting* memiliki kekurangan yaitu, seperti struktur yang tidak homogen, distribusi ketebalan spesimen yang kurang merata, putaran yang terlalu tinggi mengakibatkan timbulnya crack pada hasil coran, laju kecepatan putaran pada mesin yang rendah juga dapat membuat struktur menjadi kurang padat. Mengatur laju putaran pada cetakan dapat meminimalkan kekurangan yang ada pada *centrifugal casting* (Sugiarto, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Aminuddin (2019), mengenai pengaruh kecepatan putar dengan menggunakan mesin *centrifugal casting* pada aluminium paduan didapatkan nilai bending yang semakin meningkat seiring bertambahnya kecepatan putar.

Membuat rangka sepeda, ada beberapa metode yang dapat digunakan. Saat ini pembuatan rangka sepeda banyak yang sudah menggunakan metode pengecoran, namun tentu saja metode pengelasan masih tetap digunakan. Pembuatan rangka sepeda biasanya menggunakan metode pengelasan pada bagian tertentu untuk menyatukan rangka sepeda. Pengelasan ini tentunya harus didukung dengan material yang memiliki mampu las yang baik. Produsen sepeda di Indonesia banyak yang menggunakan material Al 6061 sebagai material pembuat rangka sepeda. Kelemahan yang terdapat pada material Al 6061 adalah rendahnya sifat mampu las yang membuat rentan akan adanya kegagalan pada sambungannya (Wibowo, 2014). Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang material rangka sepeda yang memiliki kekuatan terhadap proses pengelasan (mampu las). Material Aluminium paduan diharapkan mampu menjadi alternatif Al 6061 dengan meningkatkan kekuatan las material tanpa mengubah secara signifikan dari kekuatan material jika diaplikasikan dalam penggunaan rangka sepeda. Kandungan magnesium pada material paduan Al-Mg sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan impak pada hasil lasan (Pramana, 2013). Pada pembuatan rangka sepeda tentu dibutuhkan material yang kuat dan tahan terhadap beban kejutan, untuk mengetahui kekuatan material tersebut maka tentu saja membutuhkan suatu uji kekuatan material.

Latar belakang penelitian ini dapat diterapkan pada rangka sepeda dengan menggunakan mesin *centrifugal casting* untuk menghasilkan material dengan menggunakan variasi kecepatan putar yang diharapkan mampu mempengaruhi kekuatan material uji, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Kecepatan Putar pada Material Aluminium Paduan Terhadap Kekuatan Impak dan Mampu Las Menggunakan Mesin *Centrifugal Casting*".

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka didapatkan suatu rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap hasil kekuatan impak pada material berbahan dasar paduan Al-Mg?
- Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap hasil mampu las yang dapat dilihat dari foto makro pada material berbahan dasar paduan Al-Mg?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah diatas, maka adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap kekuatan impak pada material paduan Al-Mg.
- Mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar mesin *centrifugal casting* terhadap sifat mampu las yang dapat dilihat dari foto makro hasil lasan paduan Al-Mg.

Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian yang handak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat antara lain:

- Menambah wawasan tentang cara pengecoran menggunakan mesin *centrifugal casting*.
- Menambah wawasan tentang proses *centrifugal casting* dan mengetahui hasil dari uji impak material berbahan dasar paduan Al- Mg.
- Menambah wawasan mengenai pengaruh variasi kecepatan putar sebesar 1000rpm, 1250rpm, dan 1500rpm terhadap hasil coran.

METODE

Jenis Penelitian

Berdasarkan dari permasalahan dan juga tujuan yang diperoleh, maka penelitian ini menggunakan metode riset eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan impak dan sifat mampu las aluminium paduan menggunakan mesin *centrifugal casting* dengan memvariasikan kecepatan putar.

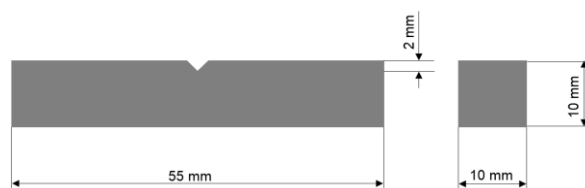
Tempat dan waktu penelitian

- Tempat Penelitian
Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat. Proses pengecoran dilakukan di bengkel pengecoran UD Hibna Jaya, Surabaya. Uji porositas dilakukan di Laboratorium Jurusan Fisika, Universitas Negeri Surabaya. Uji impak dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.
- Waktu Penelitian
Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, dimulai dari bulan Agustus 2020 dan selesai pada bulan November 2020.

Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil dari proses pengecoran menggunakan mesin *centrifugal casting* yang berbahan dasar material

aluminium dengan tambahan magnesium. Ukuran dan komposisi material adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Ukuran Spesimen Uji Impak

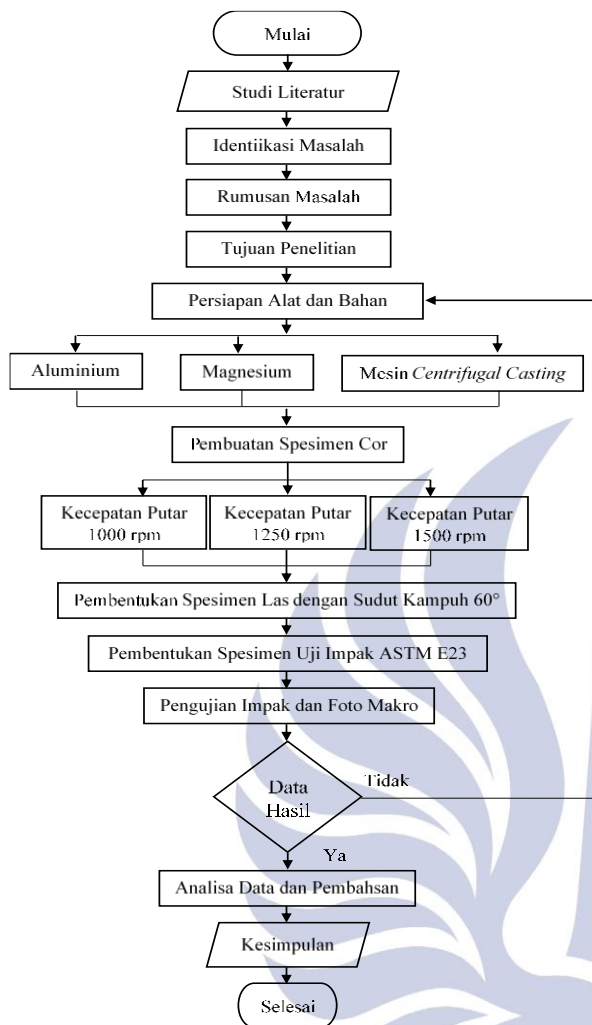
Tabel 1. Komposisi Aluminium Paduan

No	Unsur	Persentase (%)
1.	Al	96,21
2.	Mg	3,78
3.	Si	0,12
4.	Cu	0,06

Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono 2013). Variabel bebas penelitian ini adalah variasi kecepatan putar cetakan menggunakan mesin *centrifugal casting* yaitu dengan kecepatan 1000rpm, 1250rpm dan 1500rpm.
- **Variabel Terikat**
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2013). Variabel terikat penelitian ini adalah nilai kekuatan impak dan nilai uji makro hasil lasan.
- **Variabel Kontrol**
Variabel kontrol pada penelitian ini adalah bahan yang digunakan, yaitu paduan Aluminium-Magnesium (4%), proses pengecoran menggunakan metode *centrifugal casting*, cetakan yang digunakan untuk membuat spesimen cor adalah cetakan berbahan dasar besi cor, temperatur penuangan yang digunakan adalah 700°C, pengujian impak menggunakan metode charpy dengan standar ASTM E-23, pengujian hasil lasan yang dilihat dari foto makro menggunakan kamera DSLR Canon.

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Flowchart

Alat dan Bahan Penelitian

- Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Mesin *centrifugal casting*
 - Kowi/Dapur Peleburan
 - Ladle
 - Inverter
 - Palu
 - Penjepit
 - Sarung Tangan
 - Timbangan
- Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Aluminium
 - Magnesium

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu, setelah dilakukan proses pengecoran menggunakan mesin

centrifugal casting, selanjutnya dilakukan pengecekan cacat porositas bagian dalam dengan melakukan pengujian porositas, kemudian dilakukan pengujian impact, lalu pengujian mampu las dilihat dari foto makro patahan hasil uji impact, kemudian data hasil pengujian yang sudah didapatkan dicatat dan diolah dalam bentuk tabel dan dilakukan analisis patahan pada spesimen hasil pengujian impact.

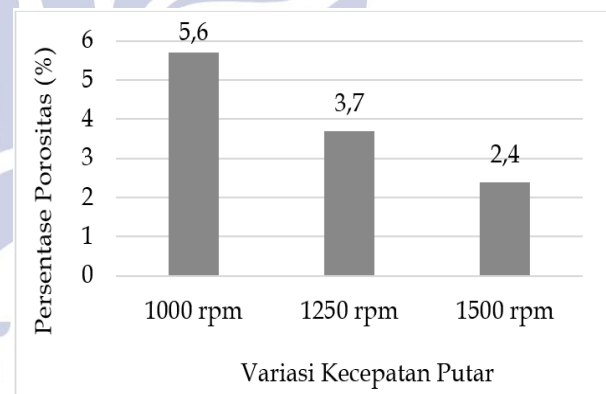
Teknik Analisa Data

Teknik analisa data dalam penelitian ini menggunakan dua cara, yaitu deskriptif kuantitatif dan deskripsi kualitatif. Analisa kuantitatif yaitu menelaah data yang didapatkan dari hasil pengujian yang berupa angka dan disajikan dalam bentuk tabel serta ditampilkan dalam bentuk grafik. Analisa kualitatif mendeskripsikan data dalam bentuk kalimat sehingga menjawab permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Porositas

Uji porositas ini diujikan di Laboratorium Jurusan Fisika Universitas Negeri Surabaya. Pengujian porositas dengan menggunakan metode uji piknometri dan spesimen yang diuji berjumlah 9 buah.



Gambar 3. Grafik Presentase Porositas

Uji Impact

Uji impact dilakukan di laboratorium teknik mesin Politeknik Negeri Malang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketangguhan material aluminium paduan pada hasil coran yang mendapatkan perlakuan las terhadap beban kejut. Pengujian impact ini menggunakan metode charpy dan menggunakan standar ASTM E-23. Masing-masing variabel kecepatan putar menggunakan 3 buah spesimen untuk diuji.

Perhitungan nilai impact menggunakan persamaan berikut:

$$HI = \frac{E}{A}$$

$$E = W \times R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$HI = \frac{m \times g \times R (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

Keterangan:

HI = Nilai Impak (J/mm²)

W = Beban/pembentur (N)

E = Energi yang terserap (Joule)

m = Berat bandul (kg)

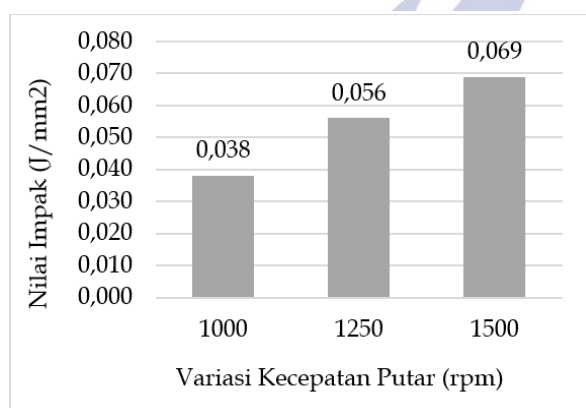
R = Panjang lengan bandul (m)

g = Gravitasi (9,8 m/s²)

A = Luas penampang (mm²)

cos α = Sudut pendulum sebelum menumbuk spesimen

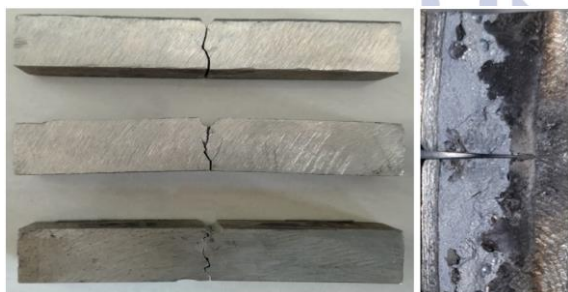
cos β = Sudut pendulum sesudah menumbuk spesimen



Gambar 4. Grafik Nilai Impak

Mampu Las

Mampu las dilihat dari foto makro permukaan hasil uji impact.



Gambar 5. Foto Makro Spesimen Kecepatan Putar 1000rpm



Gambar 6. Foto Makro Spesimen Kecepatan Putar 1250rpm



Gambar 7. Foto Makro Spesimen Kecepatan Putar 1500rpm

Berdasarkan hasil foto makro tersebut, dapat dilihat pada spesimen dengan variasi kecepatan putar 1000rpm, 1250rpm, 1500rpm mengalami deformasi plastis pada area patahan. Hal ini dapat dilihat dari foto makro pada material uji impact yang menunjukkan adanya lengkungan yang cukup terlihat jika material digabungkan. Lengkungan tersebut menandakan adanya deformasi plastis, hal ini menunjukkan bahwa material tersebut bersifat ulet. Sifat ulet tersebut dikarenakan hasil pengelasan dimana proses pendinginan dilakukan pada temperatur ruang, sehingga material tidak mengalami pendinginan paksa, oleh karena itu material tersebut bersifat ulet. Sifat ulet material juga dapat dilihat dari penampang yang berwarna abu-abu yang dapat diartikan bahwa material tersebut bersifat ulet. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai kekuatan impact yang meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan putar dan juga dapat dilihat pada hasil patahan yang menunjukkan bahwa material termasuk ulet dikarenakan adanya perlakuan las terhadap material.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengaruh kecepatan putar terhadap kekuatan impact dan mampu las adalah sebagai berikut:

- Variasi kecepatan putar dengan menggunakan mesin *centrifugal casting* yang menggunakan bahan aluminium paduan berpengaruh terhadap hasil kekuatan impak. Nilai kekuatan impak terbesar didapatkan pada kecepatan putar 1500rpm sebesar 0,069J/mm². Hal ini dikarenakan semakin besar kecepatan putar, maka gaya sentrifugal yang dihasilkan juga semakin besar, sehingga mempengaruhi kepadatan material dan membuat porositas semakin kecil. Hal inilah yang menyebabkan nilai impak yang semakin besar seiring bertambahnya kecepatan putar.
- Variasi kecepatan putar dengan menggunakan mesin *centrifugal casting* yang menggunakan bahan aluminium paduan pada hasil lasan menunjukkan hasil yang ulet, dilihat dari foto makro patahan uji impak. Hal ini dapat dilihat dari patahan yang berwarna abu-abu dan adanya deformasi plastis pada material uji.

Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka berikut adalah saran yang dapat diberikan:

- Agar proses pengeluaran spesimen menjadi lebih mudah, sebaiknya diameter pada cetakan dibuat lebih besar lagi.
- Sebaiknya perlu adanya *preheat* pada cetakan agar aluminium dapat memenuhi cetakan dengan sempurna.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai variasi kecepatan putar yang lebih tinggi dari 1500rpm.

DAFTAR PUSTAKA

Aminudin, Muchammad Hafiz. 2019. *Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Kekuatan Bending pada Aluminium (Al) Menggunakan Mesin Centrifugal Casting*. Universitas Negeri Surabaya.

Mugiono, (dkk). 2013. *Pengaruh Penambahan Mg Terhadap Sifat Kekerasan dan Kekuatan Impak Serta Struktur Mikro Pada Paduan Al-Si Berbasis Material Piston Bekas*. Universitas Pancasakti Tegal.

Pramana, Harry. 2013. *Pengaruh Ketangguhan Sambungan Las Pada Material Aluminium-Magnesium Terhadap Beban Impak Dengan Variasi Sudut Kampuh 60 Dan 90*. Universitas Sumatera Utara.

Sugiarto, T. Obandono. 2014. *Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium paduan (Al-Si-Mg) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan*. Journal Of Environmental Engineering & Sustainable Technology.

Surdia, Tata dan Chijiwa, Kenji. 2006. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita

Wibowo, Andrea Tri. 2014. *Pengaruh Heat Treatment T6 pada Aluminium Alloy 6061-O dan Pengelasan Transversal Tungsten Inert Gas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro*. Universitas Diponegoro.

Yakub, Ahmad, Djoko W. Karmiadji, Anwar Ilmar Ramadhan. 2016. *Optimasi Desain Rangka Sepeda Berbahan Baku Komposit Berbasis Metode Anova*. Jurnal Teknologi Universitas Muhamadiyah Jakarta.

