

Kekuatan Impak Dan Struktur Mikro Hasil Coran Paduan Aluminium Silikon (Al-7%Si) Dengan Variasi Temperatur Tuang

I GN Liladipta Pinatih, I Ketut Gede Sugita dan DNK Putra Negara
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Pada proses pengecoran, suhu tuang sangat berpengaruh terhadap hasil benda atau produk yang dihasilkan, baik secara sifat mekanis maupun struktur mikronya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur tuang terhadap kekuatan impak dan struktur mikro material yang dibuat dengan metode pengecoran evaporatif. Material yang digunakan adalah campuran (Al-7%Si) yang dipanaskan hingga mencair, kemudian dituang dengan variasi temperatur 700°C, 750°C, dan 800°C. Selanjutnya dibuat menjadi spesimen uji impak berdasarkan (ASTM E23) dan spesimen uji mikro struktur. Uji impak dilakukan menggunakan metode Charpy dan struktur mikro diobservasi dengan mikroskop optik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kekuatan impak paduan Al-7%Si pada temperatur tuang 700°C adalah 0,051281 Nm/mm², pada temperatur tuang 750°C adalah 0,051058 Nm/mm², dan pada temperatur tuang 800°C adalah 0,04614 Nm/mm². Ketangguhan material yang terbaik ditemukan pada temperatur tuang 700 °C dengan nilai 0,051281 Nm/mm². Observasi struktur mikro menunjukkan bahwa pada temperatur tuangdaar 700°C hingga 800°C menunjukkan ukuran dendrit semakin mengecil dan pipih serta jaraknya semakin melebar. Berdasarkan foto makro bentuk permukaan patahan adalah datar, yang menunjukkan sifat material cenderung getas

Kata kunci : Pengecoran evaporatif, Aluminium silikon, Temperatur tuang, Kekuatan Impak, Struktur mikro.

Abstract

At casting process, pouring temperature significantly influence toward the final product, both in the mechanical properties and micro structure. The purpose of this study was determine the effect of temperature on the impact strength and microstructure of product manufactured by evaporative casting methods. The material used is (Al-7%Si) alloy heated until melted, then poured with temperature variation of 700°C, 750°C, and 800°C. Subsequently made into a specimens impact test based on ASTM E23 and specimens microstructure test. Impact test was conducted using Charpy method and microstructure was observed with a microscope optic. The result obtained show that impact strength of Al-7%Si alloy at pouring temperature 700°C was 0,051281 Nm/mm², and at pouring temperature 750°C and 800°C were 051058 Nm/mm² and 0,04614 Nm/mm², respectively. The best toughness of material (0,051281 Nm/mm²) was obtained at pouring temperature 700°C. The microstructure observation showed that from pouring temperatures 700°C, to 800°C, dendrite size was smaller and flater, and the distance widened. Macrostructure observation show that fracture surface form was flat which is indicated that material properties tend to be brittle.

Keyword : Evaporative casting, Aluminium silicon, Temperature casting, Impact strength, microstrusture.

1. Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan di dunia otomotif sangat pesat terlihat dari semakin banyaknya pengguna kendaraan bermotor di jalan raya dengan berbagai merk dan varian, terutama pengguna sepeda motor. Pada industri otomotif khususnya sepeda motor, keberadaan aluminium sangat penting yang sering dimanfaatkan untuk pembuatan suku cadang serta elemen-elemen mesin sepeda motor tersebut. Seperti digunakan untuk pembuatan piston, *cylinder head*, *crank case*, dll. Salah satu produk yang dihasilkan oleh industri otomotif berupa tuas rem tangan.

Seiring berjalannya waktu pemakaian, tuas rem tangan sering kali mengalami kegagalan seperti patah, retak maupun bengkok. Kegagalan tersebut terjadi karena tuas rem tangan mendapat impak atau

benturan karena terjatuh ataupun menabrak sesuatu. Karena aluminium memiliki kekuatan yang rendah, maka logam aluminium dipadukan dengan silikon karena unsur ini dapat meningkatkan mampu alir dan juga menurunkan *shrinkage* sehingga secara langsung dapat menurunkan *reject* (Mohammad Zainal Abidin, FT UI, 2008).

Logam aluminium sering digunakan sebagai komponen otomotif memiliki karakteristik logam yang ringan, proses manufaktur lebih mudah, dan keuletan yang lebih baik sehingga sangat baik digunakan pada komponen komponen mesin, velg, rem, dan komponen penting lainnya, akan tetapi logam silikon ini juga memiliki berat jenis yang lebih rendah dari aluminium sehingga tidak memberikan kontribusi penambahan berat produk. Sifat silikon yang keras digunakan sebagai peningkat kekerasan dan penahan keausan pada aluminium. Pentingnya

pembenahan kualitas produk Otomotif terutama pada tuas rem tangan, dalam penelitian ini diharapkan dapat memberi referensi bagi industri pembuatan suku cadang kendaraan bermotor yang menggunakan bahan baku aluminium sebagai bahan utamanya sehingga kedepannya diharapkan material uji tersebut dapat dijadikan acuan bahan pertimbangan dalam pemilihan material utama pembuatan suku cadang khususnya tuas rem tangan agar tercapainya peningkatan kualitas produksi di industri otomotif yang berimbang pada aspek ekonomi serta kepuasan konsumen sebagai pemakai merasa nyaman serta aman mengendarai kendaraan bermotornya tanpa takut tuas rem tangannya maupun suku cadang lain rusak atau patah saat berkendara di jalan raya.

2. Dasar Teori

2.1 Pengecoran *Lostfoam*

Pengecoran *lost foam* (*evaporative casting*) merupakan salah satu metode pengecoran logam dengan menggunakan pola *polystyrene foam*. Metode ini ditemukan dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958 (Shroyer, 1958 dalam Sutiyoko 2011). Pada tahun 1964, konsep penggunaan cetakan pasir kering tanpa pengikat telah dikembangkan dan dipatenkan oleh Smith (Smith, 1964 dalam Sutiyoko 2011). Proses pengecoran *lost foam* dilakukan dalam beberapa tahap. Pengecoran *lost foam* yang dikombinasikan dengan pemvakuman cetakan (V-Proses) menjadikan jenis pengecoran ini sebagai salah satu teknologi manufaktur yang sangat baik dan memiliki biaya yang cukup efektif dalam memproduksi benda yang mendekati bentuk bendanya dibanding pengecoran konvensional (Liu,dkk., 2002 dalam Sutiyoko 2011). Vakum proses telah dikembangkan di Jepang pada tahun 1971 dan diperkenalkan pada pengecoran logam saat pertemuan musim semi tahun 1972 (Kumar dan Ghaindhar, 1998 dalam Sutiyoko 2011).

2.2 Aluminium

Aluminium adalah salah satu logam ringan (*light metal*) dan mempunyai sifat-sifat fisis dan mekanis yang baik, misal kekuatan tarik cukup tinggi, ringan, tahan korosi, *formability* yang baik dan sebagai penghantar panas/listrik yang baik sehingga banyak digunakan di bidang teknik misal bahan pada struktur pesawat. Aluminium menempati urutan ke-3 dari unsur unsur dalam kerak bumi (*crustal abundance*) setelah oksigen dan silikon.

2.3 Silikon (Si)

Silikon di Bumi banyak ditemukan dalam bentuk senyawa yaitu silikon dioksida yang lebih dikenal dengan silika dan dalam bentuk silikat (tanah liat, granit, kuarsa dan pasir). Adapun sifat-sifat silikon antara lain : memiliki Berat jenis 2.3290 g/cm^{-3} ,

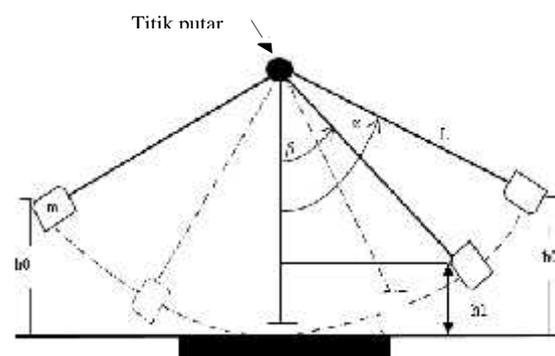
temperatur lebur (*boiling point*) 1410°C , *Ultimate strength*nya $40 - 50 \text{ N/m}^2$, dan tak berwarna.

Unsur silikon dan senyawa intermetaliknya banyak digunakan sebagai paduan untuk membentuk aluminium, magnesium, tembaga, dan logam lainnya yang memiliki ketahanan tinggi. Silikon murni berwujud padat seperti logam karena sifatnya seperti yang diatas silikon banyak digunakan sebagai unsur yang ditambahkan dalam paduan, terutama dipadukan dengan unsur aluminium yang membentuk paduan aluminium silikon (AlSi). (Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1985).

2.4 Uji Impak

Skematik pengujian impact ditunjukkan pada gambar 1, dimana W adalah berat dari pendulum (kgf), m adalah massa (kgm), h_0 adalah tinggi awal (m), h_1 adalah tinggi akhir (m), L adalah panjang lengan (m), α adalah sudut awal ($^{\circ}$), dan β adalah sudut akhir ($^{\circ}$).

Uji impact dilakukan untuk menguji kekuatan suatu material terhadap pemberian beban secara tiba-tiba persatuan luas bidang material uji dengan cara mengukur perubahan energi potensial yang diserap material dari sebuah palu godam yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Bentuk berupa patahan material yang terjadi selanjutnya dianalisa secara visual apakah material itu ulet ataukah getas. Besarnya energi yang diserap tergantung pada keuletan bahan uji dan dinyatakan dalam satuan Nm / mm^2 . Adapun jenis-jenis metode pengujian impact meliputi 2 macam metode yaitu metode Izod dan metode Charpy, pada penelitian ini menggunakan metode Charpy.



Gambar 1 Ilustrasi Uji Impact

Penggunaan pengujian impact metode charpy memiliki dimensi $10 \times 10 \times 55 \text{ mm}$ dan memiliki takik (*notch*) berbentuk V dengan sudut 45° dengan kedalaman 2 mm ditengah. Pengujian ini didasarkan pada "*standard method of tension testing metallic materials*" dari ASTM Designation E23 "*Annual Book Of ASTM Standards*" American Society For Testing And Materials.

Rumus *Impact Strenght* adalah:

$$I_s = E/A \quad (1)$$

Dimana I_s adalah *Impact strenght* (Nm/mm²), E adalah energi yang diserap (Nm), dan A adalah luas penampang benda uji (mm²)

Dimana :

$$E = E_1 - E_0 \quad (2)$$

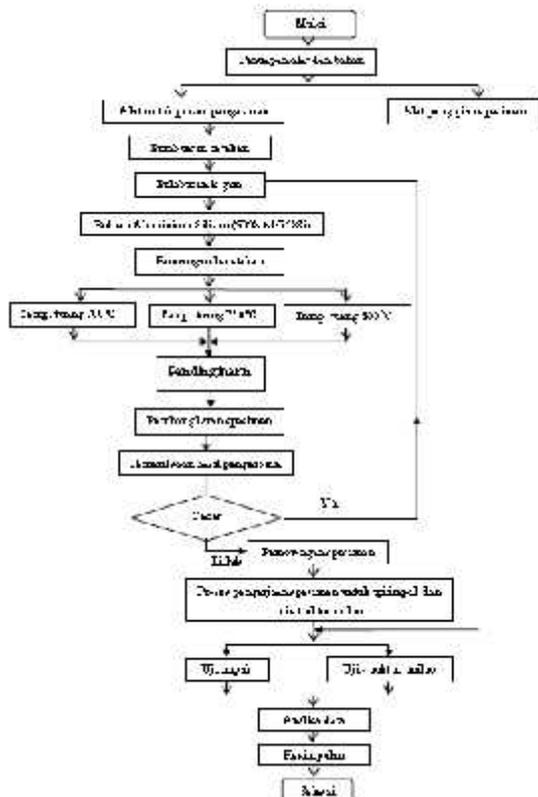
E adalah energi yang diserap (Nm), E_1 adalah energi akhir (Nm) <diukur saat ada benda uji>, E_0 adalah energi awal (Nm) <diukur tanpa benda uji>, E_0 adalah $W \cdot h_0 = W \cdot L (1 - \cos \alpha)$ dan $E_1 = W \cdot h_1 = W \cdot L (1 - \cos \beta)$

2.5 Uji Struktur Mikro

Struktur mikro dalam logam (paduan) di tunjukan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Sifat-sifat fisik suatu bahan seperti sifat mekanik tergantung dari struktur mikro. Pada logam paduan, penggolongan struktur mikro berdasarkan berapa jumlah fase, proporsinya dan bagaimana susunannya didalam bahan. Struktur mikro bergantung kepada jumlah elemen paduan, konsentrasinya dan perlakuan panasnya (temperatur, lamanya pemanasan, laju pendinginan).

3. Metode Penelitian

3.1 Alur Penelitian



Gambar 2. Langkah Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

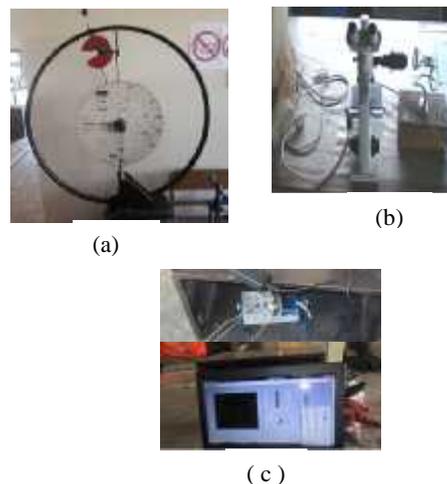
Bahan penelitian ditunjukan oleh gambar 3, pada penelitian ini menggunakan: (a) aluminium, (b) silicon, (c) pasir cetak, (d) arang kayu.



Gambar 3. Bahan-Bahan Penelitian

1. Alat

Penelitian dan pengujian ini mempergunakan peralatan dan bahan seperti dapur peleburan, blower, kowi, tang panjang, timbangan digital, cetakan pasir, Styrofoam, dan alat pemotong *Styrofoam*. Serta alat uji spesimen hasil pengecoran ditunjukan oleh gambar 4 yaitu: (a) alat uji impact, (b) mikroskop optic, dan (c) *Thermocouple* dan *display*.



Gambar 4. Alat Penelitian

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari proses persiapan alat dan bahan kemudian dilanjutkan dengan pembuatan cetakan, peleburan logam, penuangan kecetakan, pendinginan dan pengukuran temperatur menggunakan *thermocouple type K*,

pembongkaran spesimen, proses pemeriksaan hasil coran dilanjutkan dengan pembuatan spesimen sesuai dengan standar untuk penelitian dimana uji impact menggunakan ASTM E-23 kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian dan pengambilan data. Pengujian dan pengambilan data dilakukan di laboratorium teknik mesin universitas udayana.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Uji Impact

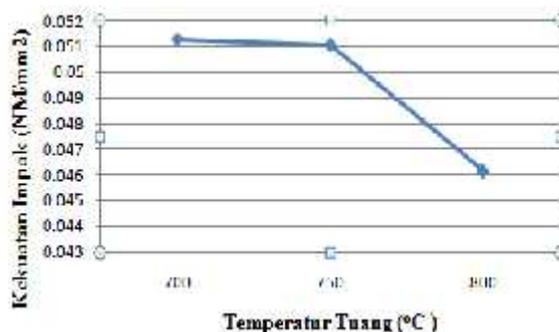
Tabel 1. Data Ukuran Spesimen Uji Impact

Paduan 93%Al-7%Si		P	L	T	II	A
Temperatur Penuangan	Spec	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)
700°C	1	55	9,8	9,7	2,2	73,3
	2	55	9,8	9,7	2,2	73,5
	3	54,7	9,9	9,8	2,2	75,24
750°C	1	55	10,5	10,4	1,6	92,10
	2	54,9	10,6	10,4	1,6	93,20
	3	55	10	10	2	80
800°C	1	54,3	10	10	2	80
	2	55	10,2	9,7	2	70,54
	3	53	10	10	2	81,6

Tabel 2. Data hasil uji Impact

Paduan 93%Al-7%Si		T ₀	T ₁	E (E ₁ - E ₂)	I (E / A)	I _{rata-rata}
Temp. Penuangan	Spesimen	(°C)	(°C)	(J)	(Nm/mm ²)	(Nm/mm ²)
700°C	1	0,5	4,1	3,7	0,050341	0,051281
	2	0,5	4,1	3,7	0,050341	
	3	0,5	4,1	4,0	0,0531633	
750°C	1	0,5	4,1	4,3	0,016536	0,051058
	2	0,5	3,9	3,4	0,047600	
	3	0,5	4,4	3,9	0,01875	
800°C	1	0,5	4,0	3,5	0,01375	0,04614
	2	0,5	4,1	4,0	0,01409	
	3	0,5	4,6	3,5	0,01375	

Berdasarkan pengujian impact yang telah dilakukan, menunjukkan rata-rata kekuatan impact pada spesimen dengan temperatur tuang 700°C adalah 0,051281 Nm/mm², pada temperatur tuang 750°C adalah 0,051058 Nm/mm², dan pada temperatur tuang 800°C adalah 0,04614 Nm/mm².



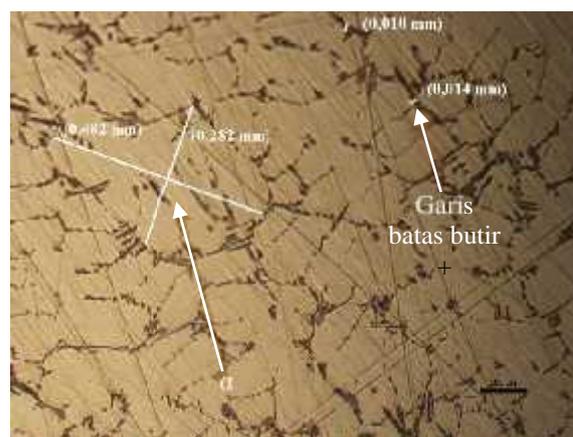
Gambar 5. Grafik Rata-Rata Kekuatan Impact Dengan Variasi Temperatur Tuang

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa temperatur tuang berpengaruh terhadap penurunan kekuatan impact. Hasil ini diperkuat dari pernyataan (Yanuar Handoko, 2008) yang menyatakan bahwa, temperatur tuang semakin tinggi maka porositas yang terbentuk semakin banyak sehingga menurunkan kekuatan impact, hal ini yang menyebabkan paduan semakin getas.

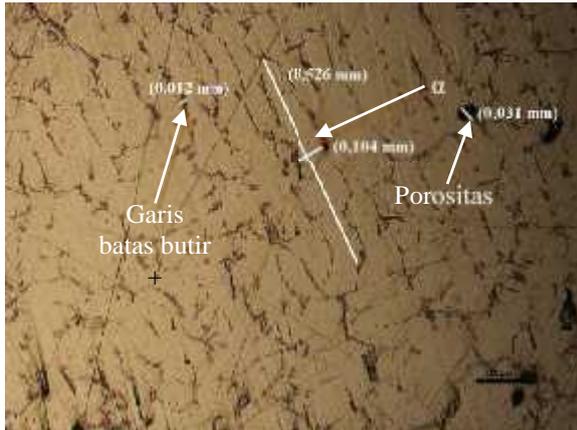
4.2 Uji Struktur Mikro

Pengamatan saat uji struktur mikro dilakukan dengan pembesaran 10x. Hasil pengamatan uji struktur mikro ditunjukkan pada gambar 6 Sampai gambar 11.

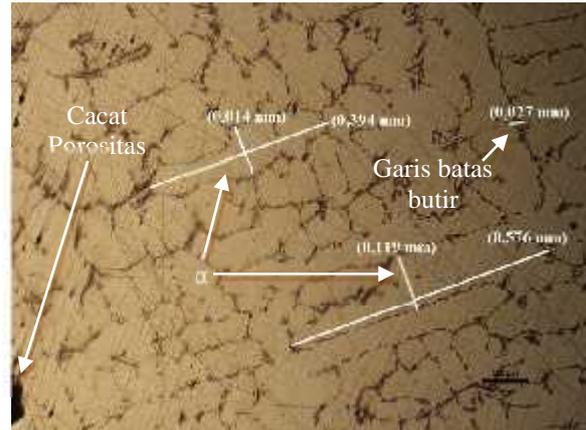
Struktur mikro berturut-turut dari temperatur tuang 700°C, 750°C, dan 800°C memperlihatkan semakin tinggi temperatur tuang bentuk dendrit semakin pipih, membulat dan mengecil, bahkan serta jarak antar dendrit semakin besar dan melebar. Kecacatan yang tampak adalah cacat *blow hole / gas porosity* yang menunjukkan terdapatnya udara yang terperangkap pada saat pengecoran produk.



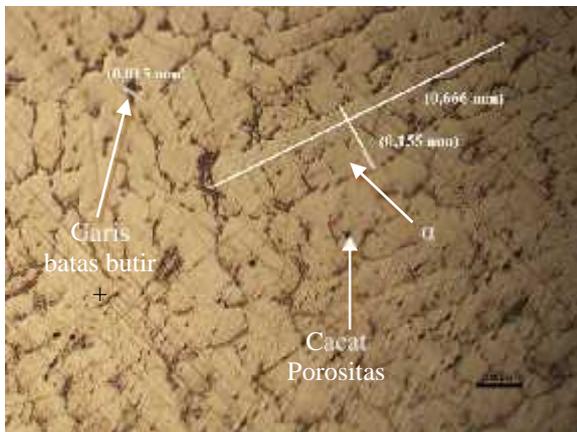
Gambar 6. Struktur Mikro Melintang Spesimen Temperatur Tuang 700°C



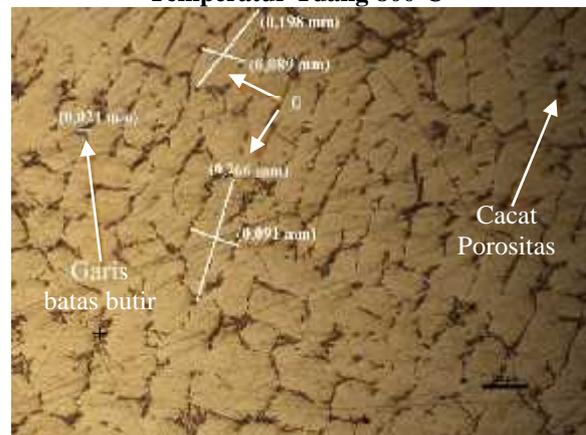
Gambar 7. Struktur Mikro Memanjang Spesimen Temperatur Tuang 700°C



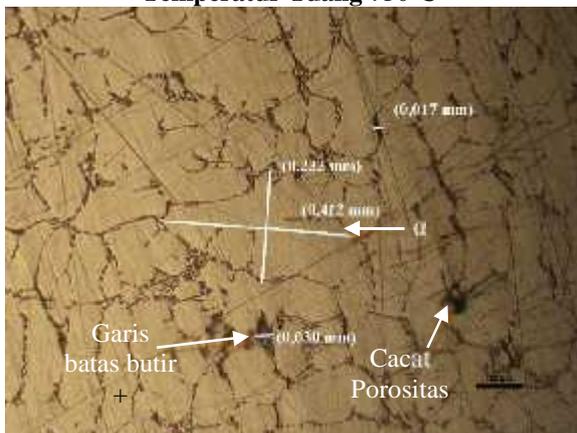
Gambar 10. Struktur Mikro Melintang Spesimen Temperatur Tuang 800°C



Gambar 8. Struktur Mikro Melintang Spesimen Temperatur Tuang 750°C



Gambar 11. Struktur Mikro Memanjang Spesimen Temperatur Tuang 800°C



Gambar 9. Struktur Mikro Memanjang Spesimen Temperatur Tuang 750°C

5. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tuang semakin rendah kekuatan impaknya. Hasil pengujian impak menunjukkan bahwa nilai kekuatan impak pada temperatur tuang 700°C, 750°C, dan 800°C secara berturut turut 0,051281 Nm/mm², 0,051058 Nm/mm², dan 0,04614 Nm/mm². Hal ini sesuai dengan hasil dari pengujian struktur mikro yang memperlihatkan hasil yang paling baik terdapat pada temperatur tuang 700°C dimana gambar terlihat dengan jelas, bentuk butiran terlihat lebih rapat bergaris-garis dan memanjang dan tebal, sehingga jika dilihat secara visual dan dibandingkan dengan temperatur yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur tuang maka jarak antar dendrit pada struktur mikro semakin merenggang dan pada struktur makro bentuk permukaan semakin rata dan halus yang didominasi oleh permukaan yang semakin banyak memantulkan cahaya .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohhammad Zainal Abidin, (2008), **Identifikasi fasa intermetalik**, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

- [2] Sutyoko, Suyitno., 2011, **Karakteristik Pengecoran Lost Foam pada Besi Cor Kelabu dengan Variasi Ketebalan Benda**, Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [3] Surdia, Tata. & Saito, S., 1985.**Pengetahuan Bahan Teknik**. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- [4] *Annual Book Of ASTM Standards E23-82. Standard Test Methods For Notched Bar Impact Testing Of Metallic Materials. USA.*
- [5] Handoko, Yanuar., 2008, **Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Kekuatan Impact Produksi Pengecoran Propeller Paduan Aluminium Menggunakan Metal Mold**, Teknik Mesin Universitas Tarumanegara