

STUDI KARAKTERISTIK MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO CORAN ALUMINIUM MINUMAN KALENG

Latif Kuncoro Wasmi Apris¹, Dedy Masnur², M. Dalil³

Casting and Solidification Technology Group

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Latifkuncoro1991@gmail.com¹, dedymasnur@gmail.com², dhalilm@yahoo.com³

Abstract

Scrap aluminum cans recycle processing through metal casting is a way to improve the economic value. Yet, this process could not instantly be carried out to produce parts without knowing the characteristics of mechanical and microstructure. This study investigates those characteristics in three different pour temperatures, 650°C, 700°C, and 750°C respectively and three die temperatures, 100°C, 200°C, and 300°C. The result showed that the hardness number of aluminum cast was decreased as well as increasing of pours and die temperatures. The highest hardness number was 67.615 VHN at 650°C pour temperature, but the lowest one was 58.327 VHN at 750°C pour temperature. The highest hardness number was 77.871 VHN at 100°C die temperature, but the lowest was 61.479 VHN at 300°C die temperature. Tensile strength values were increased at a pour temperature of 650°C to 700°C and decreased at pour temperature of 750°C. The highest tensile strength was 174.183 MPa at 700°C pour temperature and the lowest tensile strength was 110.900 MPa at 750°C pour temperature. The tensile strength was decreased as well as increasing of die temperature. The highest tensile strength was 177.473 MPa at 100°C die temperature and the lowest tensile strength was 108.317 MPa at 300°C die temperature. The microstructure results showed that at 650°C pour temperature and 100°C die temperature with more thick flake lines (Mg) than thin flake lines (Mg). The 700°C pour temperature and 200°C die temperature had with more dominant thick flake lines (Mg) than thin flake lines (Mg). The 750°C pour temperature and 300°C die temperature had with more dominant thin flake lines (Mg) than thick flake lines (Mg).

Keywords: *Hardness, Tensile Strength, pour temperatures, die temperatures, microstructure*

1. Pendahuluan

Data tahun 2012 menunjukkan jumlah penduduk di Kota Pekanbaru mencapai ±894,255 jiwa [1]. Jumlah penduduk tersebut mempunyai potensi memproduksi sampah yang cukup besar, baik sampah rumah tangga maupun sampah industri. Sampah yang sering ditemui di daerah perkotaan adalah sampah minuman kaleng. Hasil survei di beberapa tempat yang ada di wilayah Pekanbaru, menunjukkan bahwa rata-rata sampah aluminium minuman kaleng ini mencapai ±4,5 ton/bulan. Proses pengecoran merupakan salah satu cara pemanfaatan atau pengolahan sampah aluminium minuman kaleng.

Proses pengecoran ini memiliki keunggulan yaitu dapat membuat sebuah produk yang mendekati bentuk asli dari sebuah produk yang diinginkan, dapat diproduksi secara massal dan lain-lain. Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya dan mampu coranya diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga (Cu), silikon (Si), magnesium (Mg), seng (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni), dan sebagainya yang dapat mengubah sifat paduan aluminium [2].

Penelitian dengan penambahan Mg secara signifikan dapat meningkatkan sifat mekanik dari pseudo-biner paduan Al-Mg₂Si setelah dilakukan HPDC [3]. Aluminium paduan 320 telah diteliti bahwa untuk mengetahui sifat mekanik bahan dilakukan pengujian tarik dan uji impak [4]. Paduan Al-Si-Mg merupakan salah satu paduan aluminium yang cocok dipakai untuk material piston motor. Sifat mekanik bahan yang digunakan adalah pengujian uji kekerasan, kekuatan impak, identifikasi fasa dan pengamatan struktur mikro [5]. Beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik suatu bahan dapat dilakukan dengan cara melakukan pengujian komposisi material, uji tarik, uji kekerasan bahan, struktur mikro dan uji fatik [6]. Adanya Perubahan fisis dan mekanis paduan aluminium 4% tembaga yang di-aging dengan variasi temperatur 160°C, 180°C, dan 200°C [7]. Pengaruh temperatur tuang dan kandungan silikon terhadap nilai kekerasan paduan Al-Si dengan temperatur cetakan 220°C dan variasi temperatur tuang 710°C, 760°C dan 810°C [8]. Penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti di atas terhadap aluminium. Penelitian ini menggunakan bahan baku aluminium minuman kaleng dan bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik dan struktur mikro coran aluminium minuman kaleng dengan variasi temperatur tuang dan

temperatur cetakan sehingga dapat dijadikan dasar pertimbangan sebagai perancangan produk

2. Metodologi

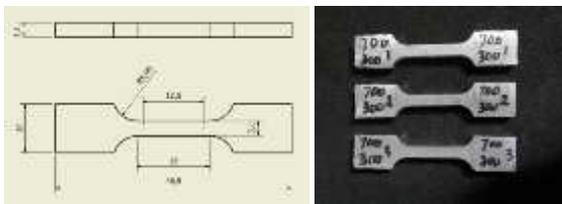
2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Grinder-Polisher Mechine*, *Mesin Frais*, *Universal Hardness Tester*, *Computer Servo Control Material Testing Mechine*, dan *Optical Microscope*.

Bahan yang digunakan adalah coran sampah aluminium minuman kaleng XYZ dari satu produsen.

2.2. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji menggunakan mesin *Frais* yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Benda uji yang akan dibuat disesuaikan dengan produk coran yang ada dan memiliki ukuran tertentu. Pembuatan benda uji pengujian tarik sesuai dengan standar JIS Z 2201 No. 7 yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Benda uji tarik JIS Z 2201 No. 7

2.3. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dalam penelitian ini menggunakan metode Vickers yang mengacu pada ASTM E92. Pengujian kekerasan dengan metode Vickers menggunakan pembebanan 15,625 Kg. Pengujian kekerasan menggunakan *Universal Hardness Tester* yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

2.4. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan standar JIS Z 2201 No. 7. Pengujian tarik menggunakan *Computer Servo Control Material Testing Mechine* yang dilakukan di Laboratorium Quality Control, Politeknik Kampar, Bangkinang - Kampar

2.5. Pengujian Struktur Mikro

Penelitian ini menggunakan mikroskop optic (*Optical Microscope*) untuk melihat struktur mikro. Langkah-langkah untuk melakukan pengamatan struktur mikro pada penelitian ini mengacu pada

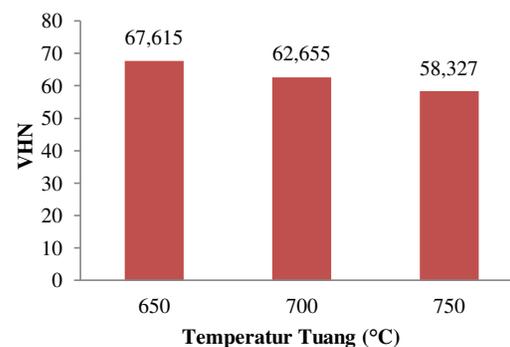
ASTM E3. Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

3. Hasil

Pengujian kekerasan, pengujian tarik dan struktur mikro pada penelitian ini dengan memvariasikan temperatur tuang 650°C, 700°C dan 750 di temperatur cetakan 200 dan memvariasikan temperatur cetakan 100°C, 200°C dan 300°C di temperatur tuang 700°C.

3.1. Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Kekerasan

Pengujian kekerasan terhadap temperatur tuang dilakukan pada temperatur 650°C, 700°C dan 750°C pada temperatur cetakan 200°C. Hasil pengujian kekerasan terhadap temperatur tuang dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kekerasan menurun seiring meningkatnya temperatur tuang. Nilai kekerasan pada temperatur tuang 650°C sebesar 67,615 VHN, nilai kekerasan pada temperatur tuang 700°C sebesar 62,655 VHN dan nilai kekerasan pada temperatur tuang 750°C sebesar 58,327 VHN. Berdasarkan data yang diperoleh maka nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur tuang 650°C dengan nilai 67,615 VHN dan nilai kekerasan terendah pada temperatur tuang 750°C dengan nilai 58,327 VHN.

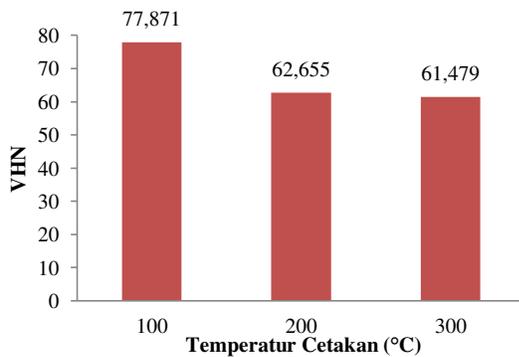


Gambar 2. Grafik kekerasan terhadap temperatur tuang

3.2. Pengaruh Temperatur Cetakan terhadap Kekerasan

Pengujian kekerasan terhadap temperatur cetakan dilakukan pada temperatur 100°C, 200°C dan 300°C pada temperatur tuang 700°C. Hasil pengujian kekerasan terhadap temperatur cetakan dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kekerasan menurun seiring meningkatnya temperatur cetakan. Nilai kekerasan pada temperatur cetakan 100°C sebesar 77,871 VHN, nilai kekerasan pada temperatur cetakan 200°C sebesar 62,655 VHN dan

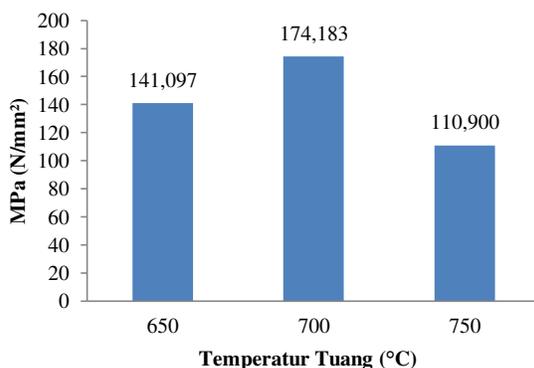
nilai kekerasan pada temperatur cetakan 300°C sebesar 61,479 VHN. Hasil dari pengujian kekerasan ini didapatkan bahwa nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur cetakan 100°C dengan nilai 77,871 VHN dan nilai kekerasan terendah pada temperatur cetakan 300°C dengan nilai 61,479 VHN.



Gambar 3. Grafik kekerasan terhadap temperatur cetakan

3.3. Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Kekuatan Tarik

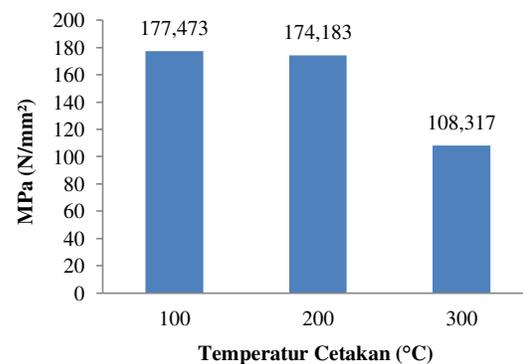
Hasil pengujian kekekuatan tarik terhadap variasi temperatur tuang 650°C, 700°C, dan 750°C pada temperatur cetakan 200°C dapat dilihat pada Gambar 4. Kekuatan tarik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa adanya kenaikan nilai kekuatan tarik pada temperatur tuang 650°C ke 700°C dan menurun pada temperatur tuang 700°C ke 750°C. Peningkatan kekuatan tarik pada temperatur tuang 650°C ke 700°C sebesar 23,45% yaitu dari 141,097 MPa meningkat menjadi 174,183 MPa dan mengalami penurunan kekuatan tarik pada temperatur tuang 700°C ke 750°C sebesar 36,33% yaitu dari 174,183 MPa menurun menjadi 110,900 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada temperatur tuang 700°C dengan nilai 174,183 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah pada temperatur tuang 750°C dengan nilai 110,900 MPa.



Gambar 4. Grafik kekuatan tarik terhadap temperatur tuang

3.4. Pengaruh Temperatur Cetakan terhadap Kekuatan Tarik

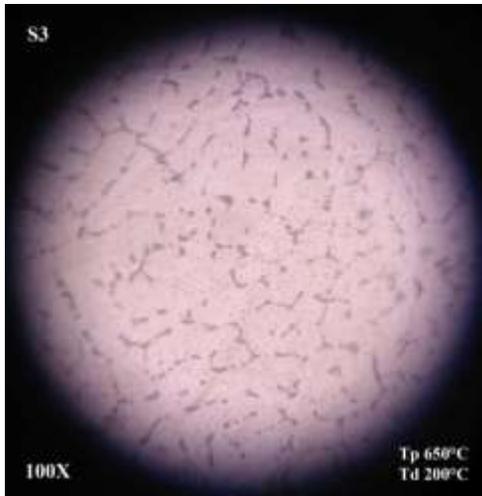
Pengujian kekuatan tarik terhadap temperatur cetakan dilakukan pada temperatur 100°C, 200°C, dan 300°C pada temperatur tuang 700°C. Hasil pengujian kekuatan tarik terhadap temperatur cetakan dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil kekuatan tarik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik menurun seiring meningkatnya temperatur cetakan 100°C, 200°C dan 300°C. Kekuatan tarik menurun pada temperatur cetakan 100°C ke 200°C sebesar 1,85% yaitu dari 177,473 MPa menurun menjadi 174,183 MPa dan mengalami penurunan kekuatan tarik juga pada temperatur cetakan 200°C ke 300°C sebesar 37,81% yaitu dari 174,183 MPa menurun menjadi 108,317 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada temperatur cetakan 100°C dengan nilai 177,473 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah pada temperatur cetakan 300°C dengan nilai 108,317 MPa.



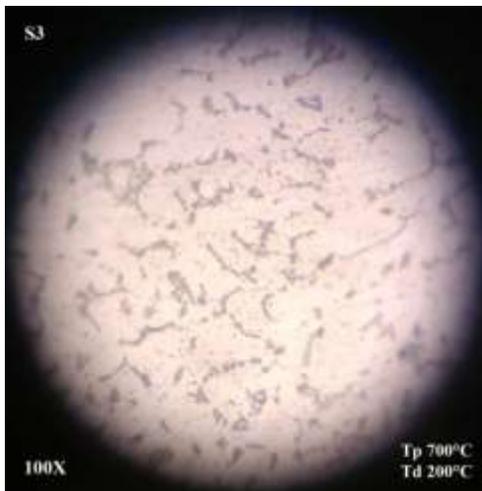
Gambar 5. Grafik kekuatan tarik terhadap temperatur cetakan

3.5. Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Struktur Mikro

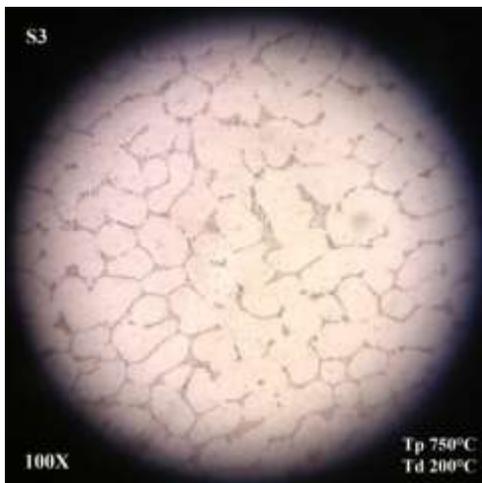
Hasil struktur mikro terhadap variasi temperatur tuang 650°C, 700°C, dan 750°C pada temperatur cetakan 200°C dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar 6a dapat diamati bahwa bentuk serpihan tebal (Mg) lebih sedikit dibandingkan dengan serpihan garis tipis (Mg). Serpihan-serpihan yang terbentuk terputus-putus, adanya bentuk globular kecil (Mg). Gambar 6b terlihat bahwa bentuk serpihan-serpihan garis tebal (Mg) dominan dibanding dengan serpihan garis tipis (Mg). Gambar 6c terlihat bahwa serpihan garis tipis (Mg) lebih dominan dan lebih banyak dibanding dengan serpihan garis tebal (Mg). Peningkatan temperatur tuang dari 650°C ke 700°C mengalami perubahan dari serpihan garis tipis (Mg) menjadi serpihan garis tebal (Mg) dan 750°C dengan temperatur cetakan 200°C dapat dilihat bahwa semakin dominan serpihan garis tipis (Mg) dibanding dengan serpihan garis tebal (Mg).



(a)



(b)

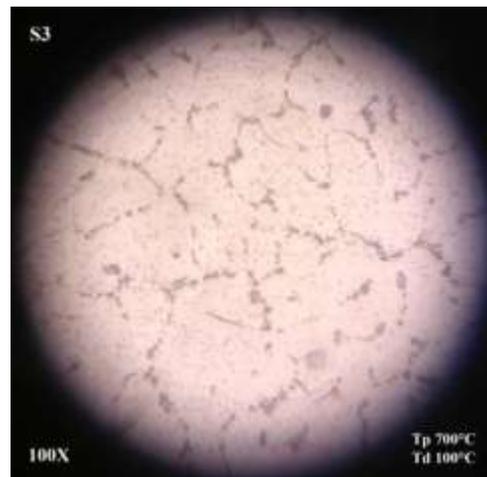


(c)

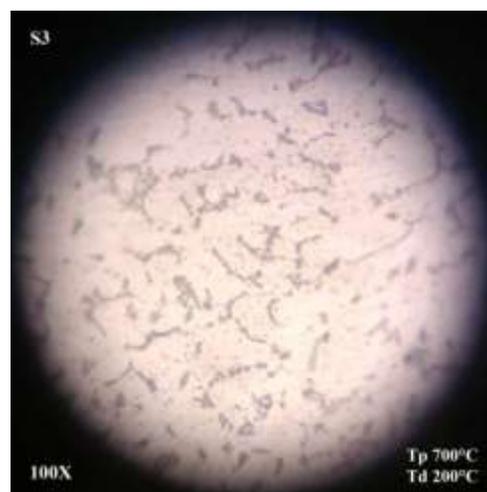
Gambar 6. Hasil struktur mikro pada temperatur cetakan 200°C dengan (a) temperatur tuang 650°C, (b) temperatur tuang 700°C dan (c) temperatur tuang 750°C

3.6. Pengaruh Temperatur Cetakan terhadap Struktur Mikro

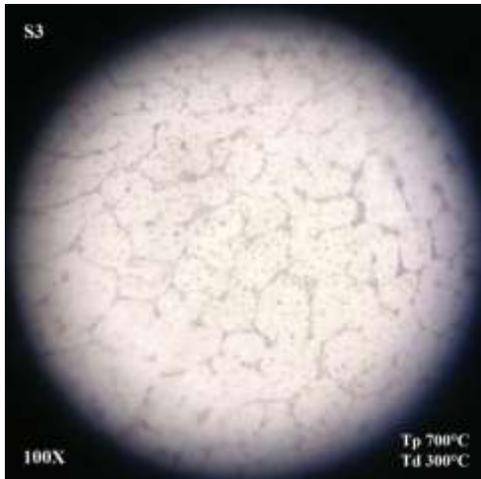
Hasil struktur mikro terhadap variasi temperatur cetakan 100°C, 200°C, dan 300°C pada temperatur tuang 700°C dapat dilihat pada Gambar 7. Gambar 7a dapat diamati bahwa bentuk serpihan tebal (Mg) lebih banyak dibandingkan dengan serpihan garis tipis (Mg), terbentuknya sedikit globular (Mg). Gambar 7b terlihat bahwa bentuk serpihan garis tipis (Mg) dominan dibanding dengan serpihan garis tebal (Mg) masih lebih dominan, terlihat bentuk globular (Mg). Gambar 7c terlihat bahwa serpihan garis tipis (Mg) semakin dominan dan lebih banyak dibanding dengan serpihan garis tebal (Mg). Peningkatan temperatur cetakan dari 100°C, 200°C dan 300°C dengan temperatur tuang 700°C dapat dilihat bahwa semakin dominan serpihan garis tipis (Mg) dibanding dengan serpihan garis tebal (Mg).



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Benda uji struktur mikro pada temperatur tuang 700°C dengan (a) temperatur cetakan 100°C, (b) temperatur cetakan 200°C dan (c) temperatur cetakan 300°C

4. Pembahasan

4.1. Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Kekerasan

Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kekerasan pada paduan tersebut dapat disebabkan beberapa faktor salah satunya laju pembekuan dan waktu pembekuan. Semakin rendah temperatur tuang maka laju pembekuannya semakin cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk membeku logam cair tersebut semakin cepat. Semakin tinggi temperatur tuang maka laju pembekuannya semakin lambat dan diikuti oleh waktu yang dibutuhkan logam cair untuk membeku lebih lama. Proses pendinginan atau pembekuan dalam paduan ini dimulai dari logam cair yang bersentuhan dengan cetakan. Logam cair yang menyentuh cetakan ini menyebabkan terjadinya perpindahan panas dari logam cair ke cetakan secara konduksi. Perpindahan panas dari logam cair ke cetakan dilakukan secara bertahap hingga temperatur logam cair sama dengan temperatur lingkungan. Perpindahan panas secara konduksi ini dipengaruhi oleh perbedaan temperatur (ΔT), ketebalan cetakan (Δx), luas (A) dan koefisien thermal material (k). Semakin tinggi nilai perpindahan panas yang dihasilkan semakin tinggi pula energi panas yang akan dikeluarkan dan waktu yang dibutuhkan untuk menuju kesetimbangan dengan temperatur lingkungan semakin lambat, begitu pula sebaliknya. Laju pembekuan dan waktu pembekuan yang cepat dapat menyebabkan terbentuknya struktur butir yang halus dan laju pembekuan dan waktu pembekuan yang lambat akan membentuk struktur butir yang kasar atau besar. Struktur butir yang terbentuk akibat laju pembekuan dan waktu pembekuan ini akan dapat

mempengaruhi nilai kekerasan. Laju perpindahan panas yang tinggi akan menyebabkan terjadinya laju pembekuan dan waktu pembekuan yang singkat, sehingga struktur butir yang terbentuk adalah halus yaitu pada temperatur tuang 650°C yang menghasilkan nilai kekerasan tinggi. Nilai kekerasan akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya temperatur tuang yaitu 700°C dan 750°C dengan struktur butir yang kasar atau besar, hal ini dikarenakan laju pembekuan dan waktu pembekuan lambat serta laju perpindahan panas yang terjadi rendah, sehingga nilai kekerasan menurun seiring meningkatnya temperatur tuang. Askeland (1984) menyatakan hal yang sama yaitu bahwa laju pembekuan yang tinggi menghasilkan struktur yang lebih halus. Butiran halus ini akan membentuk banyak batas butir yang mampu menghambat gerakan dislokasi sehingga meningkatkan kekuatan paduan [9].

4.2. Pengaruh Temperatur Cetakan terhadap Kekerasan

Nilai kekerasan pada paduan menurun dengan meningkatnya temperatur cetakan 100°C, 200°C, dan 300°C yang dapat dilihat pada Gambar 3. Hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan laju pembekuan, waktu pembekuan dan pertumbuhan inti pada paduan tersebut. Laju pembekuan yang terjadi pada temperatur cetakan yang rendah akan menyebabkan laju pembekuan yang cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk membeku semakin cepat, sedangkan untuk laju pembekuan dengan temperatur cetakan yang tinggi akan menyebabkan laju pembekuan yang lambat dan waktu pembekuannya semakin lama. Cepatnya laju pembekuan yang terjadi pada temperatur cetakan rendah terjadi karena adanya laju perpindahan panas yang tinggi dan lambatnya laju pembekuan pada temperatur cetakan tinggi disebabkan karena adanya perpindahan panas yang rendah. Pernyataan yang sama bahwa temperatur cetakan yang tinggi akan menambah waktu pembekuan [10]. Cepatnya laju pembekuan akan menimbulkan struktur butiran yang halus dan laju pendinginan yang lambat akan menimbulkan butiran yang kasar atau besar. Pertumbuhan inti yang terjadi pada setiap pengecoran logam terjadi ketika logam cair itu bersentuhan dengan cetakan. Semakin cepat laju pembekuan dan waktu pembekuan yang terjadi pada paduan tersebut, maka pertumbuhan inti dalam coran akan terhambat atau tidak sempatnya muncul inti yang lebih banyak seiring dengan laju pembekuan yang cepat dan begitu pula sebaliknya apabila laju pembekuan lambat dan waktu pembekuan lama maka pertumbuhan inti pada paduan tersebut akan tumbuh banyak disetiap coran dan dapat terdistribusi secara merata diseluruh bagian coran. Temperatur cetakan

100°C adalah temperatur terendah dalam penelitian ini yang memiliki laju pembekuan yang cepat, sehingga menghasilkan struktur butir yang halus dan pertumbuhan inti yang terbentuk tidak banyak dikarenakan terhambat akibat dari laju pembekuan dan waktu pembekuan yang cepat, hal ini menyebabkan nilai kekerasan yang diperoleh tinggi, sedangkan pada temperatur cetakan 200°C dan 300°C mengalami laju pembekuan yang lebih lambat dibandingkan dengan temperatur cetakan 100°C, hal tersebut akan menimbulkan struktur butir yang kasar dan pertumbuhan inti pada coran yg cepat yang akan dapat menurunkan nilai kekerasan pada paduan tersebut. Pembekuan yang cepat akan menghasilkan kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan pembekuan yang lambat [11]. Semakin kecil diameter butir yang terbentuk, mengakibatkan nilai kekerasan pada spesimen hasil semakin besar [12].

4.3. Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Kekuatan Tarik

Gambar 4 menunjukkan bahwa adanya kenaikan nilai kekuatan tarik dari temperatur tuang 650°C ke 700°C disebabkan adanya beberapa faktor diantaranya karena laju pembekuan dan pertumbuhan inti. Laju pembekuan yang cepat akan membentuk struktur butir yang halus dan pertumbuhan inti yang terbentuk tidak banyak dikarenakan tidak sempat untuk berkembang lebih banyak karena terhambat dengan laju pembekuan yang cepat. Lambatnya laju pembekuan pada temperatur tuang yang tinggi akan membentuk struktur butir yang kasar atau besar dan pertumbuhan inti akan lebih banyak terbentuk karena laju pembekuan yang lambat. Struktur butir yang terbentuk akan mempengaruhi kekuatan tarik. Struktur butir yang halus akan memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan struktur butir yang kasar. Askeland (1984) menyatakan hal yang sama bahwa laju pembekuan yang tinggi menghasilkan struktur yang lebih halus. Butiran halus ini akan membentuk banyak batas butir yang mampu menghambat gerakan dislokasi sehingga meningkatkan kekuatan paduan [9]. Ada faktor lain yang dapat mempengaruhi kekuatan tarik yaitu cacat porositas. Cacat porositas ini disebabkan karena terperangkapnya udara lingkungan ke logam cair. Semakin lama logam cair bersinggungan dengan udara lingkungan maka semakin banyak cacat porositas yang terjadi pada hasil pengecoran. Kekuatan tarik akan menurun seiring dengan meningkatnya cacat porositas yang terdapat pada coran. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik pada temperatur tuang 700°C memiliki kekuatan tarik tertinggi dan temperatur tuang 650°C dan 750°C memiliki kekuatan tarik rendah dibanding pada temperatur tuang 700°C. Temperatur tuang 650°C

dan 750°C memiliki cacat porositas yang besar atau lebih banyak dibanding dengan temperatur tuang 700°C. Pernyataan yang sama diungkapkan Alatas tahun 2011 bahwa porositas adalah cacat void pada produk cor yang dapat menurunkan kualitas benda tuang [13].

4.4. Pengaruh Temperatur Cetakan terhadap Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kekuatan tarik seiring meningkatnya temperatur cetakan 100°C, 200°C dan 300°C, hasil ini sesuai dengan hasil yang didapat pada pembahasan kekerasan yaitu nilai kekerasan menurun seiring dengan meningkatnya temperatur cetakan. Penurunan nilai kekuatan tarik ini disebabkan karena laju pembekuan, waktu pembekuan dan pertumbuhan inti. Semakin tinggi temperatur cetakan yang terjadi akan menyebabkan semakin lambat laju pembekuan dan waktu pembekuan semakin lama, sehingga pertumbuhan inti yang terbentuk semakin banyak sehingga dapat terdistribusi secara merata diseluruh bagian coran serta menghasilkan struktur butir kasar atau besar. Semakin rendah temperatur cetakan akan menyebabkan semakin cepat laju pembekuan dan waktu pembekuan semakin cepat, maka pertumbuhan inti yang terbentuk semakin sedikit karena terhambatnya pertumbuhan inti terhadap laju pendinginan yang cepat serta menghasilkan struktur butir yang halus. Pernyataan yang sama dinyatakan oleh Duskiardi dan Tjitro tahun 2002 bahwa Temperatur cetakan yang tinggi akan menambah waktu pembekuan [10]. Semakin cepat laju pembekuan dan waktu pembekuan akan membentuk struktur butir yang halus, struktur ini dapat mempengaruhi kekuatan tarik pada paduan. Pernyataan hal yang sama askeland tahun 1984 bahwa laju pembekuan yang tinggi menghasilkan struktur yang lebih halus. Butiran halus ini akan membentuk banyak batas butir yang mampu menghambat gerakan dislokasi sehingga meningkatkan kekuatan paduan [9].

4.5. Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Struktur Mikro

Perubahan yang terjadi pada serpihan garis tebal (Mg) menjadi serpihan garis tipis (Mg) dapat dilihat pada Gambar 6, hal ini karena adanya peningkatan temperatur tuang, laju pembekuan dan waktu pembekuan. Semakin tinggi temperatur tuang, maka serpihan garis tebal (Mg) yang terdapat pada paduan teroksidasi dengan gas lingkungan seperti oksigen dan hydrogen yang menyebabkan terbentuknya serpihan garis tipis (Mg), serta lambatnya pembekuan dan waktu pembekuan pada saat temperatur tuang

meningkat akan dapat menyebabkan logam cair teroksidasi lebih banyak yang ditunjukkan dengan semakin dominannya serpihan garis tipis yang tersebar merata pada temperatur tuang tertinggi. Hal tersebut juga diungkapkan bahwa magnesium (Mg) mempunyai ketahanan korosi yang cukup baik, paling aktif dalam skala galvanis dan sangat mudah terbakar [14]. Magnesium kemudian mencair sedangkan magnesium yang terapung akan hilang karena oksidasi [2]. Gambar 6a menunjukkan bahwa pada temperatur tuang 650°C dengan temperatur cetakan 200°C unsur magnesium (Mg) yang terbentuk dapat dilihat bahwa serpihan garis tebal (Mg) lebih banyak dibanding dengan serpihan garis tipis (Mg) yang berarti bahwa unsur magnesium (Mg) yang terdapat pada paduan tidak teroksidasi dengan udara lingkungan secara banyak yang diakibatkan karena laju pembekuan dan waktu pembekuan yang cepat sehingga yang memiliki sifat mekanis yang lebih baik dengan nilai kekerasan 67,615 VHN dan kekuatan tariknya 141,097 MPa. Serpihan garis tebal (Mg) meningkat lebih banyak dan dominan dibandingkan dengan serpihan garis tipis (Mg) dapat dilihat pada Gambar 6b yaitu pada temperatur tuang 700°C dengan temperatur cetakan 200°C, hal ini terjadi karena proses laju pembekuan dan waktu yang dibutuhkan untuk membeku sedikit lebih lambat dibandingkan Gambar 6a pada temperatur tuang 650°C dengan temperatur cetakan 200°C sehingga unsur magnesium yang belum sempat menyatu dengan paduan pada temperatur tuang 700°C dengan temperatur cetakan 200°C mulai menyatu, hal ini ditunjukkan dengan nilai kekerasannya 62,655 VHN dan kekuatan tarik tertinggi 174,183 MPa. Namun, pada saat temperatur tuang 750°C dengan temperatur cetakan 200°C yang dapat dilihat pada Gambar 6c terjadi perubahan yaitu serpihan garis tipis (Mg) lebih dominan dibandingkan dengan serpihan garis tebal (Mg), hal ini berarti terjadi pengurangan unsur magnesium dalam paduan yang diakibatkan karena laju pembekuan dan waktu pembekuan pada paduan tersebut semakin lambat sehingga unsur magnesium mudah teroksidasi secara banyak, hal ini akan menyebabkan menurunnya sifat mekanisnya yaitu dengan nilai kekerasan terendah 58,327 VHN dan kekuatan tarik terendah sebesar 110,900 MPa. Peningkatan temperatur tuang akan menyebabkan laju pembekuan dan waktu pembekuan yang lambat dan terjadinya pengurangan atau teroksidasinya unsur paduan yaitu magnesium (Mg) semakin banyak, hal tersebut dapat menurunkan sifat mekanisnya. Penambahan unsur magnesium akan memperbaiki kekuatan dan kekerasan baik dengan proses cor atau perlakuan panas [15]. Hal tersebut juga dinyatakan bahwa kekuatan tarik meningkat dan regangan menurun seiring dengan meningkatnya kadar Mg

dalam paduan [16]. Berkurangnya jumlah unsur Mg disebabkan sifat reaksi oksidasi Mg yang mudah terjadi dan cepat menguap pada logam AlMg₂ mencapai titik lebur. Penurunan unsur Mg ini dapat menurunkan kekuatan logam AlMg [17].

4.6. Pengaruh Temperatur Cetakan terhadap Struktur Mikro

Perubahan struktur mikro yang terjadi terhadap temperatur cetakan yaitu serpihan-serpihan garis tebal (Mg) berkurang seiring dengan naiknya temperatur cetakan yang dapat dilihat pada Gambar 7, hal ini disebabkan karena adanya laju pembekuan dan waktu pembekuan. Meningkatnya laju pembekuan dan waktu pembekuan maka semakin rendah temperatur cetakan. Laju pembekuan cepat maka waktu yang dibutuhkan untuk membeku semakin cepat, sehingga akan mendapatkan struktur butir yang halus dan begitu pula sebaliknya laju pembekuan lambat dan waktu pembekuan lama akan mendapatkan struktur butir yang kasar atau besar. Terjadinya perubahan bentuk struktur mikro dari serpihan garis tebal (Mg) menjadi serpihan garis tipis (Mg), hal ini terjadi karena adanya oksidasi unsur magnesium dengan udara lingkungan. Peningkatan temperatur cetakan akan mengakibatkan laju pembekuan dan waktu pembekuan semakin lambat sehingga serpihan garis tebal (Mg) menjadi serpihan garis tipis (Mg) yang merata. Data pengujian kekerasan dan kekuatan tarik menunjukkan bahwa pada temperatur cetakan 100°C memiliki nilai kekerasan tertinggi dan nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 77,871 VHN dan 177,473 MPa dengan struktur mikro yang dapat dilihat pada Gambar 7a yang menunjukkan bahwa serpihan garis tebal (Mg) lebih banyak dibandingkan dengan serpihan garis tipis (Mg) seiring dengan semakin tingginya laju pembekuan dan waktu pembekuan. Sedangkan semakin meningkatnya temperatur cetakan 200°C dan 300°C, maka semakin menurun nilai kekerasan dan kekuatan tariknya yaitu pada temperatur cetakan 200°C dengan nilai kekerasan sebesar 62,655 VHN dan kekuatan tarik 174,183 MPa dan terjadi penurunan pula pada temperatur cetakan 300°C dengan nilai kekerasan sebesar 61,479 VHN dan kekuatan tarik 108,317 MPa. Berdasarkan data pengujian yang didapatkan menunjukkan bahwa kekerasan dan kekuatan tarik menurun seiring dengan peningkatan temperatur cetakan dengan dibuktikan dengan struktur mikro yang terbentuk pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin banyaknya serpihan garis tebal (Mg) yang terbentuk, maka dapat meningkatkan sifat mekaniknya. Pernyataan yang sama diungkapkan oleh Herlambang tahun 2005 bahwa kekuatan tarik meningkat dan regangan menurun seiring dengan meningkatnya kadar Mg dalam paduan [16]. Hal yang

sama juga diungkapkan oleh Asminar dan Dahlan tahun 2000 bahwa berkurangnya jumlah unsur Mg disebabkan sifat reaksi oksidasi Mg yang mudah terjadi dan cepat menguap pada logam AlMg₂ mencapai titik lebur. Penurunan unsur Mg ini dapat menurunkan kekuatan logam AlMg [17].

5. Simpulan

Beberapa simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Nilai kekerasan pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kekerasan menurun seiring dengan meningkatnya temperatur tuang dan temperatur cetakan. Kekerasan temperatur tuang 650°C adalah 67,615 VHN, temperatur tuang 700°C adalah 62,655 VHN dan temperatur tuang 750°C adalah 58,327 VHN. Nilai kekerasan terhadap temperatur cetakan 100°C adalah 77,871 VHN, temperatur cetakan 200°C adalah 62,655 VHN dan temperatur cetakan 300°C adalah 61,479 VHN.
2. Nilai kekuatan tarik pada temperatur tuang 650°C ke 700°C mengalami peningkatan sebesar 23,45% yaitu 141,097 MPa meningkat menjadi 174,183 MPa. Penurunan nilai kekuatan tarik pada temperatur tuang 700°C ke 750°C sebesar 36,33% yaitu 174,183 MPa menurun menjadi 110,900 MPa. Kekuatan tarik akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya temperatur cetakan. Penurunan kekuatan tarik pada temperatur cetakan 100°C ke 200°C sebesar 1,85% yaitu 177,473 MPa menurun menjadi 174,183 MPa dan akan semakin menurun seiring dengan temperatur cetakan 200°C ke 300°C sebesar 37,81% yaitu 174,183 MPa menurun menjadi 108,317 MPa.
3. Struktur mikro coran akan berubah bentuk dengan adanya variasi temperatur tuang dan variasi temperatur cetakan. Perubahan bentuk yang terjadi adalah struktur mikro pada temperatur tuang 650°C dan pada temperatur cetakan 100°C memiliki bentuk serpihan tebal (Mg) lebih banyak dibandingkan dengan serpihan garis tipis (Mg). Temperatur tuang 700°C dan temperatur cetakan 200°C memiliki bentuk serpihan garis tebal (Mg) lebih dominan dibandingkan dengan serpihan garis tipis (Mg). Temperatur tuang 750°C dan temperatur cetakan 300°C memiliki bentuk serpihan garis tipis (Mg) lebih dominan dibandingkan dengan serpihan garis tebal (Mg).

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Riau atas bantuan dana dalam penyelesaian penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] www.riau.go.id.
- [2] Surdia, T. dan Cijiiwa K. 1991. *Teknik Pengecoran Logam*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [3] Yan Feng, Ji Shouxun, dan Fan Zhongyun. 2013. *Effect of Excess Mg on the Microstructure and Mechanical Properties of Al-Mg₂Si High Pressure Die Casting Alloys*. Material science Forum Vol. 765 (2013) pp 64-68.
- [4] Purnomo. 2004. *Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan tarik dan Ketangguhan Impak pada Paduan Aluminium 320*. Jurnal. Universitas Gunadarma.
- [5] Djatmiko, E dan Budiarto. 2008. *Pengaruh Perlakuan Panas T6 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Paduan Al-Si-Mg*. Jurnal. Universitas Pancasila.
- [6] Harsono CS. 2006. *Karakteristik Kekuatan Fatik Pada Paduan Aluminium Tuang*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- [7] Masnur Dedy. 2005. "Perubahan Sifat Fisis Dan Mekanis Paduan Aluminium 4% Tembaga Tang Di-Aging Dengan Variasi Temperature 160⁰C, 180⁰C, dan 200⁰C Coran ADC 12 Dengan High Pressure Die Casting". Jurnal. Universitas Riau.
- [8] Bahtiar & Soemardji L. 2012. "Pengaruh Temperatur Tuang dan Kandungan Silicon terhadap Nilai Kekerasan Paduan Al-Si". Jurnal. Universitas Tadulako.
- [9] Askeland, D.R. 1984. *The Science and Engineering of Materials*. University of Missouri-Rolla, California, USA.
- [10] Duskiardi dan Tjitro, S. 2002. *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Die Proses Squeeze Casting Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Material Piston Komersial Lokal*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 4 No. 1 April 2002. Universitas Kristen Petra Surabaya.
- [11] Jiwo Rogo, G, K, C. Suharno dan Yadiono. 2013. *Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Hasil Remelting Aluminium Tromol Supra X dengan Cetakan Logam*. Jurnal. Universitas Sebelas Maret.

- [12] Muntoho,S, W, S. Suprpto W dan Anam K. 2014. *Pengaruh Kecepatan Penuangan (Pouring) terhadapKekerasan Paduan Al-Mg pada Proses Pengecoran Semi-Automatic Pouring System*. Jurnal. Universitas Brawijaya.
- [13] Alatas Abdurahman. 2011. *Porositas Gas Paduan Duralumin Pada Pengecoran Sistem Vakum*. Skripsi. Program Sarjana Fakultas Teknik UI. Depok.
- [14] Siswanto R. 2014. *Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan terhadap Komposisi Al dan Mg menggunakan Metode Pengecoran Tuang*. Jurnal. Universitas Trisakti.
- [15] Surdia, T. dan Shinroku. 1982. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [16] Herlambang B. Djuhana dan Nurwarsito B. 2005. *Pengujian Kekuatan Tarik dan Regangan Paduan As-Cast Al-Mg dengan Kadar 3-9% untuk Seal Ring Generator Listrik*. Prosiding Seminar Material Metalurgi. Pusat Penelitian Metalurgi. LIPI. Serpong.
- [17] Asminar dan Dahlan H. 2000. *Analisis Komposisi Logam Paduan Al-Mg Produk Tuang dengan Metode AAS*. Jurnal. Urania.