

Karakteristik Sifat Mekanik Aluminium Tuang Hasil Remelting Velg Mobil Dengan Variasi Waktu Degassing

Rudi Amme^{1*}, Muhammad Syahid¹, Azwar Hayat¹, Muhammad Fadillah Velayati¹

¹Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

*Email: rudi.amme@unhas.ac.id, syahid@unhas.ac.id, azwar.hayat@gmail.com

ABSTRACT

Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Sifat tersebut menjadikan penggunaan aluminium pada kegiatan sehari-hari semakin meningkat. Mulai dari penggunaan pada komponen pesawat, otomotif sampai penggunaan pada peralatan rumah tangga. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan bahan dasar pembuatan aluminium semakin meningkat pula. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan aluminium di dunia adalah dengan cara *remelted* produk – produk aluminium yang lama sebagai material mentah. Namun *remelted* aluminium memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah porositas yang terjadi pada produk yang diperoleh dari proses *remelted* aluminium. Porositas pada aluminium menyebabkan penurunan pada kemampuan mekanik. Untuk menghilangkan porositas pada *remelted* aluminium digunakan *degassing* menggunakan gas argon. *Degassing* dilakukan selama 3 menit, 5 menit dan 7 menit pada saat *remelting* velg mobil bekas kemudian dilakukan pengujian komposisi, pengujian tarik, pengujian kekerasan dan dampak. Porositas pada spesimen dengan *degassing* 7 menit memiliki persentase porositas terkecil sedangkan nilai porositas terbesar diperoleh pada spesimen *degassing* dengan waktu 7 menit. Pengujian mekanik diperoleh kekuatan tarik terbaik pada spesimen *degassing* dengan waktu 3 menit, kekerasan terbaik pada spesimen *degassing* dengan waktu 7 menit dan nilai dampak terbaik diperoleh pada spesimen *degassing* dengan waktu 5 menit. Beragamnya hasil yang didapatkan karena pengaruh *degassing* pada unsur aluminium.

Keywords: Aluminium, Remelted, Porositas, Degassing

PENDAHULUAN

Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Proses pengecoran dengan menggunakan bahan baku yang sebelumnya pernah dicor dinamakan *remelting*. Hasil pengecoran industri kecil (industri pelek misalnya) pada saat digunakan dapat mengalami beban berulang-ulang dan kadang-kadang mengalami beban kejutan sehingga pelek tersebut harus mendapatkan jaminan terhadap kerusakan akibat retak-lelah, sehingga aman dalam penggunaan atau bahkan mempunyai usia pakai lebih lama.

Semua perpatahan yang disebabkan kelelahan melalui tahapan proses : terjadinya retak - perambatan leleh - patahan, oleh karenanya perlu dilakukan pencegahan pada setiap tahapan proses tersebut dibagian yang paling efektif. Menurut Broek (1986), dalam bukunya menulis bahwa sebagian besar kerusakan konstruksi

disebabkan oleh beban yang berulang atau berfluktuasi. Jika fluktuasi tegangan ini cukup besar dan berulang-ulang, kegagalan struktur dapat terjadi walaupun tegangan maksimal yang terjadi pada elemen struktur tersebut lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan materialnya. Kegagalan ini dikatakan sebagai fatik atau kelelahan. Jadi kelelahan adalah proses peretakan kemudian merambat dibawah beban yang berulang atau berfluktuasi (Barsom dan Rolfe, 1999). Porositas ada di hampir semua coran paduan aluminium, merusak sifat mekanik dan tekanannya. Sebenarnya, hidrogen dianggap sebagai satu-satunya gas yang signifikan yang dilarutkan dalam aluminium cair. Dengan demikian, eliminasi hidrogen dalam aluminium cair sangat penting untuk menghasilkan yang tinggi coran berkualitas. Beberapa percobaan telah dieksplorasi untuk *degassing* beberapa waktu yang lalu, termasuk *degassing* vakum, *degassing* ultrasonik, *degassing* semprot dan juga rotary impeller *degassing* dengan nitrogen, argon atau campuran gas inert dan klorin sebagai gas

pembersih dan sebagainya maka dari itu pentingnya *degassing* untuk menghasilkan pengecoran yang berkualitas terutama pada remelting (Xu et al., 2004).

METODOLOGI PENELITIAN

Material yang digunakan pada penelitian ini berupa velg bekas dengan tipe aluminium AA-4343. Metode pembuatan spesimen yaitu *remelting*. Untuk mencegah terjadinya porositas maka dialirkan gas argon dengan variasi waktu 3 menit, 5 menit dan 7 menit. *Remelting* dilakukan pada suhu 700°C dengan panas cetakan 300°C kemudian dilakukan pengujian tarik, uji kekerasan Vickers, dan porositas. Pengujian tarik dilakukan mengikuti standar ASTM E8. Untuk mengamati porositas yang terjadi dilakukan foto mikro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Komposisi

Proses *remelting* dilakukan dengan meleburkan vleg mobil yang terbuat dari aluminium hingga suhu 700°C. Setelah itu spesimen di *degassing* dengan menyeprotkan Argon pada tungku / *crucible* dengan waktu 3 menit, 5 menit dan 7 menit. Setelah itu spesimen diuji komposisi dan dihasilkan data seperti pada tabel 1. Sedangkan hasil pengecoran spesimen dapat dilihat pada gambar gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat dilihat spesimen yang telah *diremelting* dan *didegassing* dengan waktu 3 menit, 5 menit dan 7 menit. Pada spesimen dengan *degassing* 3 menit dapat dilihat dengan jelas cacat - cacat pada spesimen, mulai dari permukaan yang kasar, tidak rata dan porositas yang dapat di lihat secara langsung. Pada spesimen dengan *degassing* 5 menit porositas masih dapat terlihat secara langsung tetapi permukaannya lebih halus dari pada hasil pengecoran dengan *degassing* 3 menit. Pada spesimen dengan *degassing* 7 menit spesimen menjadi lebih halus dan porositas sulit terlihat secara langsung.

2. Kekuatan Tarik

Pengujian tarik pada spesimen Aluminium 4343 dengan *degassing* dengan waktu 3 menit, 5

menit dan 7 menit dilakukan di laboratorium mekanik BLKI dengan standar spesimen ASTM E8. Dihasilkan data seperti pada tabel 2.

Pada gambar 2 dapat dilihat nilai kekuatan tarik rata - rata (MPa) terhadap waktu pemberian gas atau *degassing* pada spesimen. Pada ketiga spesimen dapat dilihat pada gambar 2 bahwa kekuatan tarik berkurang seiring dengan bertambahnya waktu *degassing* pada spesimen. Berdasarkan penelitian oleh Satriani et al.(2016), tentang pengaruh penambahan unsur silikon (Si) pada *shaft propeller* berbahan dasar Al-Mg-Si terjadi penambahan Si pada spesimen Al maka akan terjadi peningkatan kekuatan tarik dan kekerasan. Pada pengujian kali ini menggunakan AA-4343 dengan komposisi Al 92,02%, Si 7,57%, Ti 0,21%, Fe 0,16% dan S 0,04% pengujian komposisi ini dilakukan sebelum *remelting* proses. Setelah dilakukan *remelting* kembali dilakukan pengujian komposisi pada spesimen 3 menit dihasilkan Al 91,84%, dengan Si 7,83%, pada spesimen 5 menit dihasilkan Al 91,13% dengan Si 7,39%, dan pada spesimen 7 menit dihasilkan Al 92,88% dengan Si 6,79%.(3). Porositas berkurang seiring bertambahnya waktu *degassing* namun menyebabkan kandungan Si pada spesimen ikut juga berkurang.

3. Kekerasan

Pengujian kekerasan pada spesimen Aluminium 4343 dengan *degassing* dengan waktu 3 menit, 5 menit dan 7 menit dilakukan di laboratorium mekanik BLKI. Hasil pengujian kekerasan Aluminium 4343 dapat dilihat pada tabel 3.

Berdasarkan Grafik nilai rata – rata kekerasan pada setiap spesimen (Gambar 3), dapat dilihat bahwa nilai rata – rata kekerasan setiap spesimen mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu *degassing*. Kekerasan spesimen *degassing* 3 menit, 5 menit dan 7 berturut-turut adalah 66,787 HV, 67,187 HV dan 73,197 HV. Nilai kekerasan tertinggi pada waktu *degassing* 7 menit dikarenakan memiliki nilai porositas yang rendah yaitu 5,501%.

4. Impak

Pengujian Impak pada spesimen Aluminium 4343 dengan *degassing* selama 3 menit, 5 menit dan 7 menit dilakukan di laboratorium metalurgi fisik, Departemen Mesin, Universitas Hasanuddin. Hasil pengujian impak dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL 1. Komposisi spesimen

No.	Spesimen	Al (%)	Si (%)	Ti (%)	Fe (%)	S (%)
1	Aluminium sebelum <i>remelting</i>	92,02	7,57	0,21	0,16	0,04
2	Aluminium dengan <i>degassing</i> 3 menit	91,84	7,83	0	0,32	0
3	Aluminium dengan <i>degassing</i> 5 menit	92,13	7,39	0,17	0,29	0
4	Aluminium dengan <i>degassing</i> 7 menit	92,88	6,79	0	0,33	0



(a)



(b)

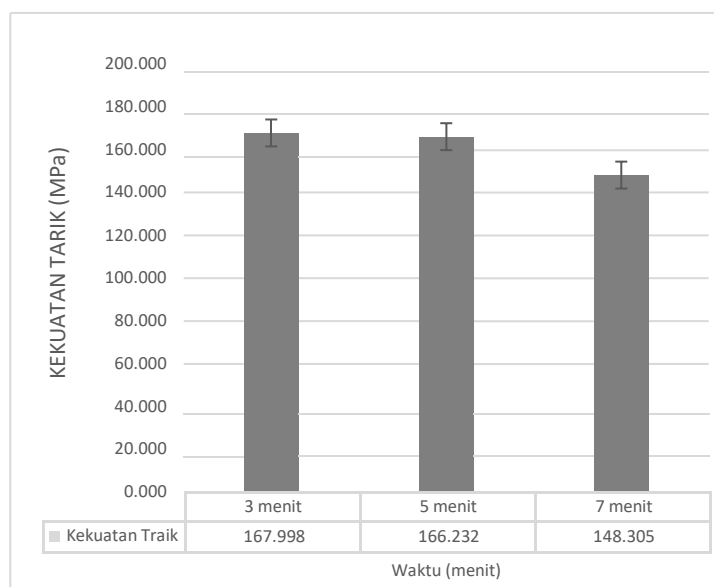


(c)

GAMBAR 1. Hasil pengecoran dengan *degassing* (a) 3 menit, (b) 5 menit, dan (c) 7 menit

TABEL 2. Hasil uji tarik

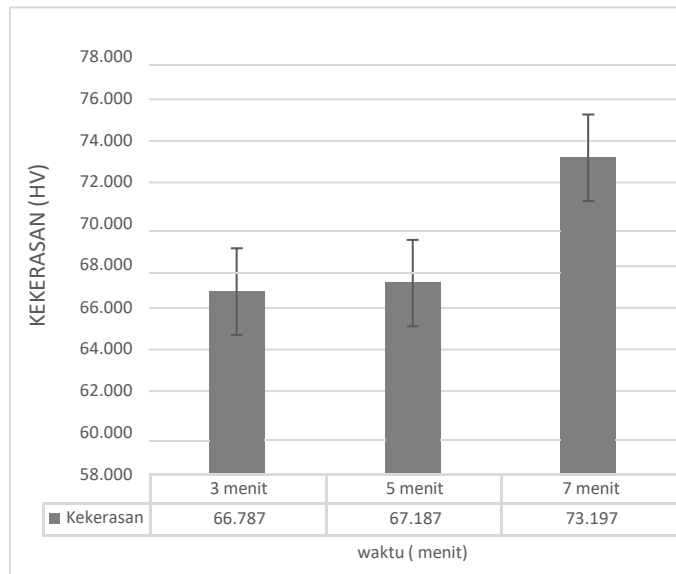
Durasi Degassing	Spesimen	A ₀ (mm)	AL (mm ²)	F Max (N)	F Elastis (N)	Kekuatan Tarik Ultimate (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
3 menit	1	122,72	6,360	19000	18500	154,824	11,158	1351,058	167,998	12,143	1248,811
	2	122,72	6,553	20650	20150	168,269	11,496	1428,218			
	3	122,72	7,852	22200	16350	180,900	13,775	967,157			
5 menit	1	122,72	5,711	20500	14500	167,047	10,019	1179,276	166,232	10,180	1329,252
	2	122,72	5,809	19600	18350	159,713	10,191	1467,216			
	3	122,72	5,887	21100	17000	171,936	10,328	1341,264			
7 menit	1	122,72	6,180	15450	15125	125,896	10,842	1136,754	148,305	10,851	1161,782
	2	122,72	6,272	17650	16250	143,823	11,004	1203,391			
	3	122,72	6,104	21500	15050	175,196	10,709	1145,200			



GAMBAR 2. Kekuatan tarik berdasarkan waktu degassing

TABEL 3. Hasil perhitungan nilai kekerasan

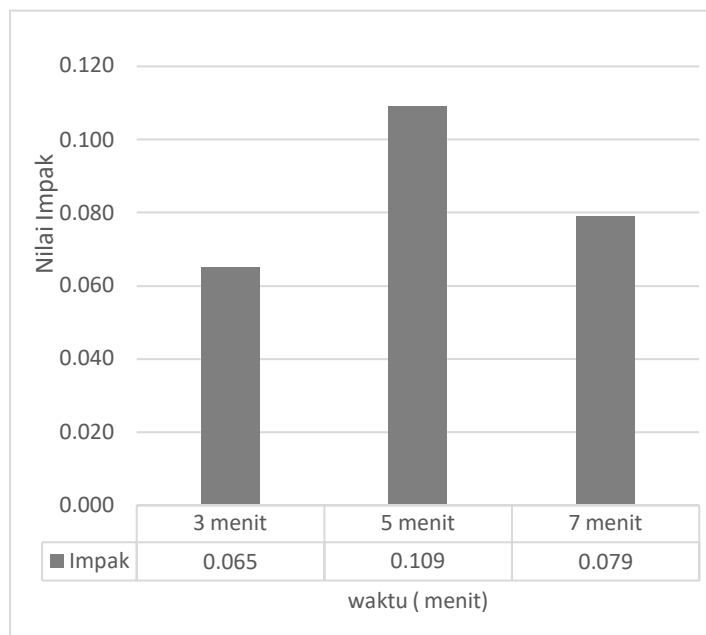
No.	Spesimen	Porositas (%)	Kekerasan (HV)
1	Aluminium dengan degassing 3 menit	8,124	66,786
2	Aluminium dengan degassing 5 menit	7,67	67,186
3	Aluminium dengan degassing 7 menit	5,501	73,197



GAMBAR 3. Kekerasan spesimen berdasarkan waktu *degassing*

TABEL 4. Hasil perhitungan nilai impak

Durasi <i>Degassing</i>	Spesimen	Sudut setelah tumbukan (β)	Energi Maksimal (J)	Nilai Impak	Rata-Rata Nilai Impak
3 menit	1	146	3,967	0,05119	0,06512
	2	146	3,967	0,05119	
	3	147	7,205	0,09296	
5 menit	1	148	9,087	0,11725	0,10915
	2	147	7,205	0,09296	
	3	148	9,087	0,11725	
7 menit	1	146	3,967	0,05119	0,07904
	2	147	7,205	0,09296	
	3	147	7,205	0,09296	



GAMBAR 4. Nilai impak spesimen berdasarkan waktu *degassing*

Berdasarkan grafik rata - rata nilai impact pada setiap spesimen (Gambar 4), dapat dilihat bahwa rata - rata nilai impact terendah terdapat pada spesimen dengan *degassing* 3 menit dengan 0,065 lalu terjadi peningkatan pada spesimen dengan *degassing* 5 menit sebesar 0,109 sedangkan pada spesimen dengan *degassing* 7 menit didapatkan 0,079.

Dalam penelitian Zain et al. (2022), tentang pengaruh penambahan unsur silikon (Si) pada aluminium (Al) terhadap kekuatan impact material campuran Al-Si. pada tahun 2018 bahwa semakin banyak persentasi silikon (Si) dalam paduan aluminium (Al) maka akan meningkatkan kekuatan impactnya.

Pada pengujian kali ini menggunakan AA- 4343 dengan komposisi Al 92,02%, Si 7,57% , Ti 0,21%, Fe 0,16% dan S 0,04% pengujian komposisi ini dilakukan sebelum *remelting* proses. Setelah dilakukan *remelting* kembali dilakukan pengujian komposisi pada spesimen 3 menit dihasilkan Al 91,84%, dengan Si 7,83% , pada spesimen 5 menit dihasilkan Al 91,13 % dengan Si 7,39%, dan pada spesimen 7 menit dihasilkan Al 92,88 % dengan Si 6,79%.

Terdapat 2 faktor yang menentukan kekuatan impact spesimen yaitu porositas spesimen dan persentasi Si pada spesimen. Ketika waktu *degassing* di tambahkan pada spesimen maka porositas pada spesimen berkurang begitu juga kandungan Si pada spesimen. Hal dikarenakan spesimen dengan porositas tekecil tidak memberikan kekuatan impact terbesar. Kekuatan impact tertinggi didapatkan pada spesimen dengan *degassing* 5 menit karena perbandingan atau rasio dari porositas terhadap kandungan Si nya.

5. Porositas

Pengujian porositas pada spesimen Aluminium 4343 dengan waktu *degassing* 3 menit , 5 menit dan 7 menit dilakukan di laboratorium metalurgi fisik, Departement mesin, Universitas hasanuddin. Hasil pengujian porositas dapat dilihat pada tabel 5.

Pada tabel 5 diperoleh nilai persentase porositas pada spesimen berdasarkan waktu *degassing*. Berdasarkan tabel 5 dan gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan waktu *degassing* menyebabkan penurunan nilai porositas. Hal ini disebabkan oleh pemberian gas argon. Pemberian gas argon dalam proses peleburan logam aluminium merupakan salah satu metode untuk mengurangi porositas (Callister, 2007) dan

dengan menurunnya porositas sifat mekanis material menjadi lebih baik dapat dilihat pada nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan yang bertambah ketika porositas menurun.

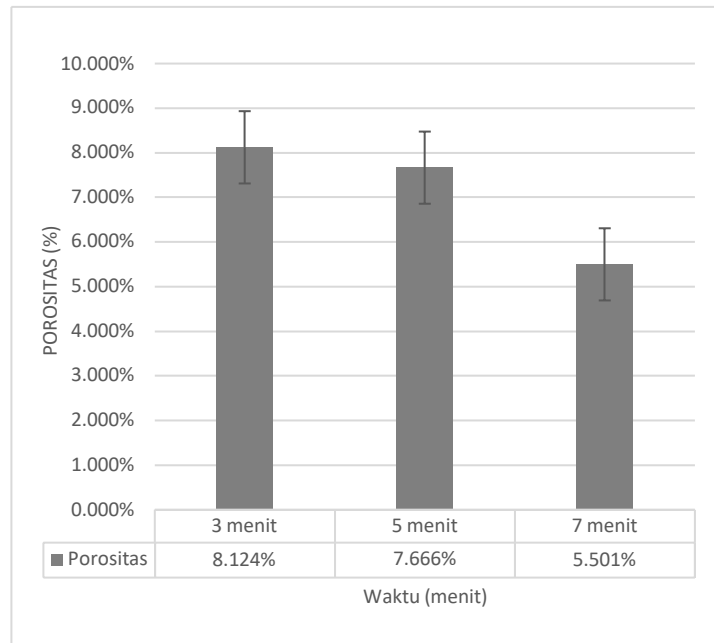
Proses terjadinya porositas dalam peleburan aluminium dipengaruhi juga oleh kecepatan aliran aluminium cair masuk ke dalam cetakan (dies), semakin cepat aluminium cair masuk ke dalam cetakan semakin banyak gelembung gas H₂ yang masuk dan terjebak dalam cetakan (Arifin, 2005). Pengaruh lainnya adalah karakteristik bentuk cetakan itu sendiri semakin banyak lekukan maka gelembung gas H₂ akan semakin sulit untuk dilepaskan ke udara luar sehingga kemungkinan porositas yang terjadi juga semakin besar (Zhao, et al., 2012).

Pemberian gas argon dalam proses peleburan logam aluminium ini adalah salah satu metode *degassing* untuk mengurangi porositas. Porositas terjadi karena adanya atom hidrogen yang larut dalam aluminium cair. Atom hidrogen yang larut dalam aluminium cair berasal dari disosiasi uap air di permukaan aluminium cair. Atom hidrogen ini akan membentuk gelembung kavitas kecil karena adanya tekanan. Gelembung kavitas terjadi karena perubahan tekanan parsial hidrogen pada aluminium cair menjadi lebih kecil daripada tekanan parsial hidrogen di udara luar. Atom hidrogen dalam aluminium cair berdifusi ke gelembung ini dengan mudah dan terus menerus, dan pada saat yang sama berinteraksi satu sama lain dan berubah menjadi molekul hidrogen, yaitu dari 2H menjadi gas H₂. Ketika aluminium cair tersebut membeku gelembung gas H₂ ini terjebak dalam paduan aluminium membentuk rongga- rongga yang disebut porositas (Callister, 2007).

Menurut Haghayeghi, R (2012), *degassing* gas argon yang diumpankan ke dalam aluminium cair mempengaruhi gelembung gas tersebut, karena argon tidak dapat larut dalam aluminium cair, maka gas argon bercampur dan menyatu dengan gelembung kavitas kemudian membawanya ke permukaan sambil mengangkat kotoran yang ada sehingga aluminium cair menjadi bersih dan seragam.

6. Foto Mikro

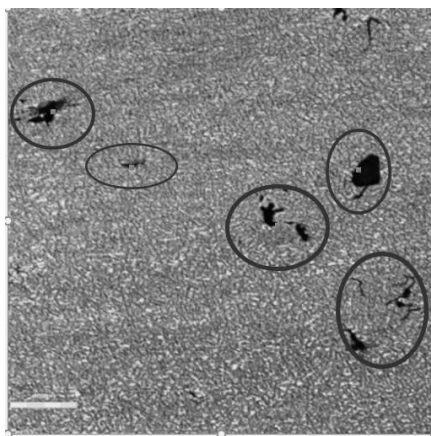
Dalam proses pengamatan struktur mikro spesimen dengan *degassing* menggunakan gas argon dimana gas argon disemprotkan dengan waktu 3 menit , 5 menit dan 7 menit dipoles dan dietsa.



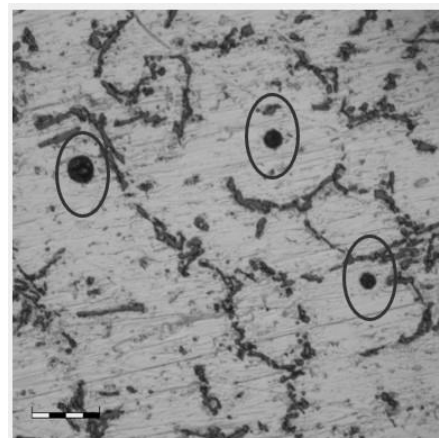
GAMBAR 5. Nilai porositas spesimen berdasarkan waktu *degassing*

TABEL 5. Hasil perhitungan porositas

Durasi <i>Degassing</i>	Spesimen	Volume (m ³)	Berat (Kg)	Massa Jenis (Kg/m ³)	Porositas (%)	Rata-Rata (%)
3 menit	1	0,00003	0,0753	2509,700	6,35	8,124
	2	0,000031	0,0761	2454,935	8,40	
	3	0,000029	0,0702	2422,172	9,62	
5 menit	1	0,000029	0,0729	2514,138	6,19	7,666
	2	0,00003	0,0766	2553,533	4,72	
	3	0,000031	0,0730	2356,000	12,09	
7 menit	1	0,000026	0,0662	2546,923	4,97	5,501
	2	0,000029	0,0712	2453,862	8,44	
	3	0,000028	0,0727	2596,928	3,10	

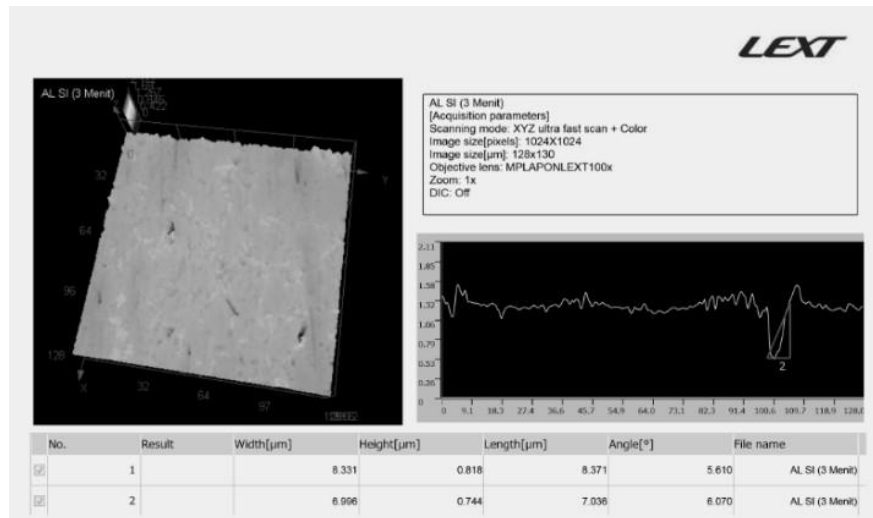


(a)

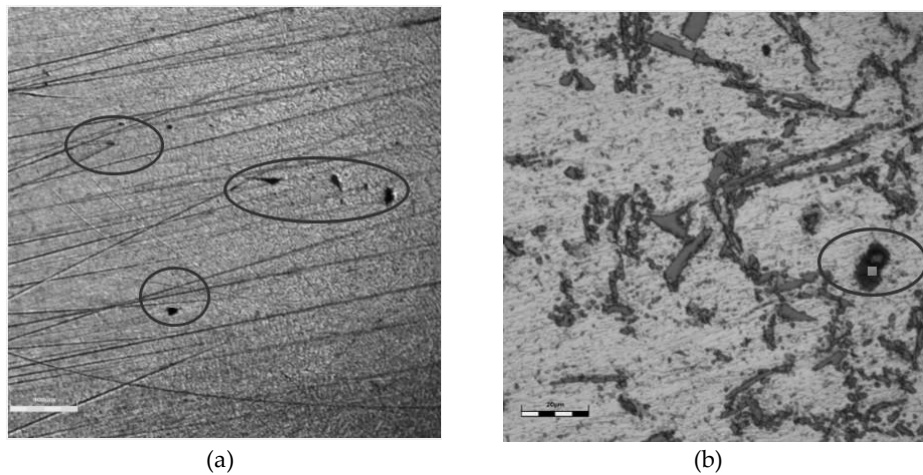


(b)

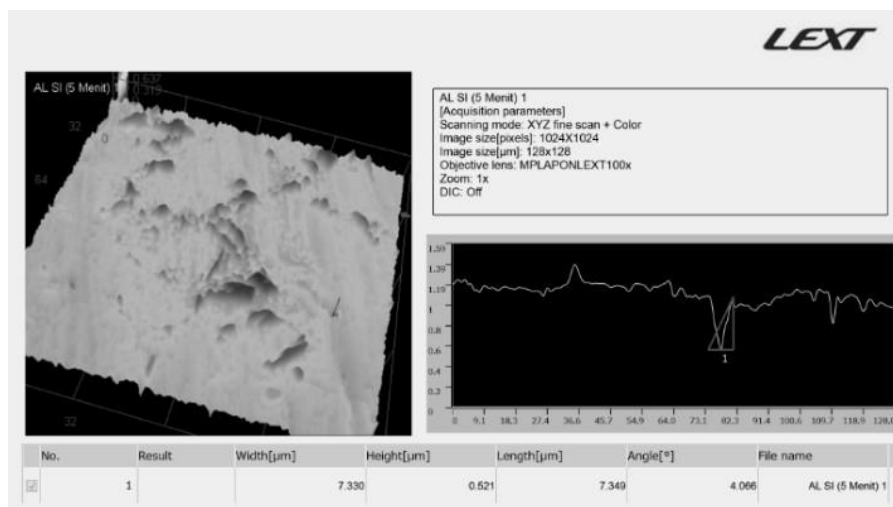
GAMBAR 6. Foto mikro *degassing* dengan waktu 3 menit (a) tanpa etsa dan (b) menggunakan etsa



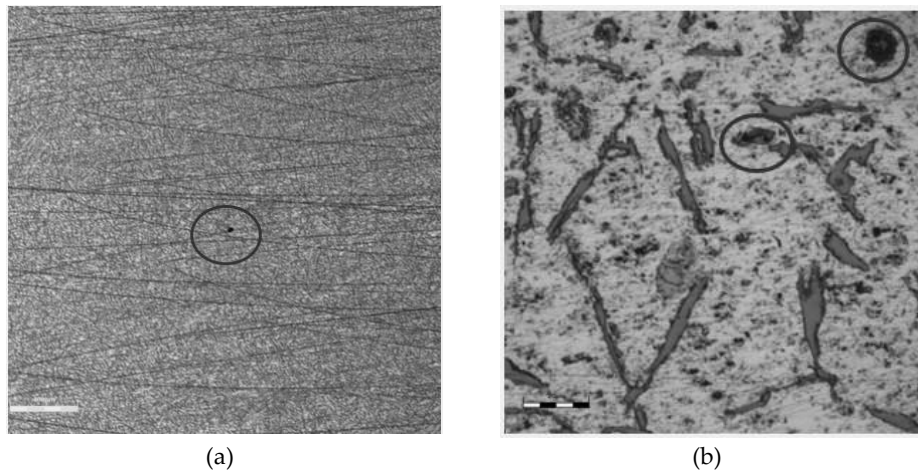
GAMBAR 7. 3D scan spesimen *degassing* dengan waktu 3 menit



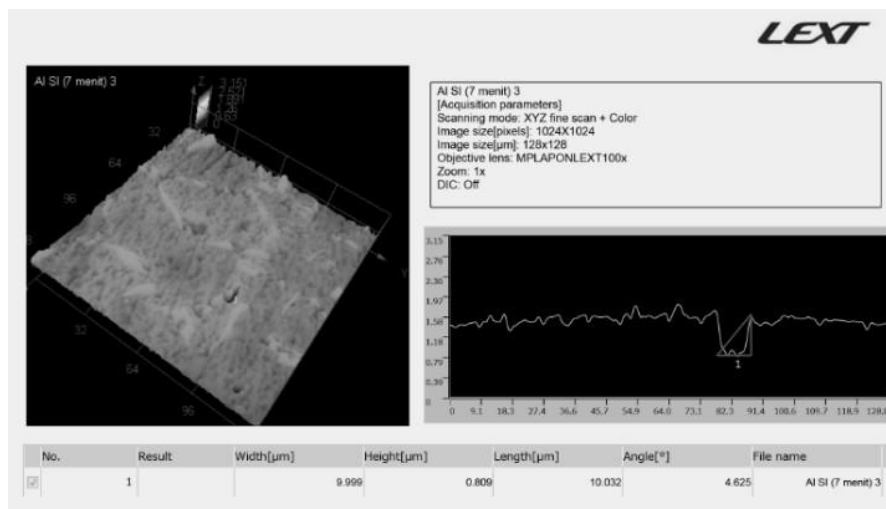
GAMBAR 8. Foto mikro *degassing* dengan waktu 5 menit (a) tanpa etsa dan (b) menggunakan etsa



GAMBAR 9. 3D scan spesimen *degassing* dengan waktu 5 menit



GAMBAR 10. Foto mikro *degassing* dengan waktu 7 menit (a) tanpa etsa dan (b) menggunakan etsa



GAMBAR 11. 3D scan spesimen *degassing* dengan waktu 7 menit

Pada gambar di atas dapat dilihat hasil dari foto mikro pada spesimen dengan waktu *degassing* 3 menit, 5 menit dan 7 menit. Pada gambar tersebut dapat dilihat lingkaran merah yang menandakan porositas pada permukaan spesimen yang dilakukan foto mikro.

Pada gambar 6, 8 dan 10 bagian a merupakan foto mikro tanpa etsa sehingga butiran dari spesimen tidak terlihat. Porositas yang terjadi pada spesimen sesuai dengan data pada pengujian porositas, pada foto mikro porositas pada spesimen dengan *degassing* 3 menit jauh lebih banyak dari porositas pada foto mikro 5 menit dan begitu pula pada foto mikro 5 menit memiliki porositas lebih banyak dari pada foto mikro 7 menit. Sedangkan pada foto mikro bagian b, foto mikro dilakukan dengan etsa sehingga butir pada spesimen dapat terlihat. Pada spesimen dengan *degassing* 3 menit terlihat butirnya lebih kecil dibandingkan

dengan spesimen dengan *degassing* 5 menit dan 7 menit ini dikarenakan pada spesimen 3 menit terdapat lebih banyak porositas yang membuat butir pada spesimen kecil. Pada spesimen dengan *degassing* 5 menit butirnya lebih besar dari spesimen dengan *degassing* 3 menit tapi lebih kecil dari spesimen dengan *degassing* 7 menit karena persentase porositas. Pada spesimen dengan *degassing* dengan 7 menit memiliki butir terbesar karena persentase porositasnya paling kecil.

Gambar 7, 9, dan 11 merupakan gambar yang dihasilkan oleh LEXT 3D scan. Spesimen dengan *degassing* 3 menit mempunyai tinggi 0,744 μm, lebar 6.996 μm, Panjang 7.036 μm dengan sudut 6.0700. Spesimen dengan *degassing* 5 menit mempunyai tinggi 0,521 μm, lebar 7.330 μm, Panjang 7.349 μm dengan sudut 4.0660. Spesimen dengan *degassing* 7

menit mempunyai tinggi 0,809 μm , lebar 9.999 μm , Panjang 10.032 μm dengan sudut 4.6250.

Konsentrasi maksimum kelarutan hidrogen dalam paduan aluminium dapat mencapai lebih tinggi dari 0,6 ml H₂/100 g. Dengan pengecoran yang berhati-hati dapat dikurangi tetapi kadang-kadang sulit dilakukan bahkan hanya mencapai 0.2-0,3 ml H₂/100 g Aluminium. Proses *degassing* dengan *bubbling dry*, adalah memasukkan gas larutan logam dapat mereduksi hydrogen hingga pada level 0,1 ml H₂/100 g. Cairan dan larutan padat hydrogen berbeda pada tiap paduan yang berbeda dan hydrogen yang mencapai level 0,12 ml H₂/100 g akan membuat tuangan bebas dari porositas (Budiyono et al., 2010).

Proses terjadinya porositas dalam peleburan aluminium dipengaruhi juga oleh kecepatan aliran aluminium cair masuk ke dalam cetakan (dies), semakin cepat aluminium cair masuk ke dalam cetakan semakin banyak gelembung gas H₂ yang masuk dan terjebak dalam cetakan (Arifin, 2005). Pengaruh lainnya adalah karakteristik bentuk cetakan itu sendiri semakin banyak lekukan maka gelembung gas H₂ akan semakin sulit untuk dilepaskan ke udara luar sehingga kemungkinan porositas yang terjadi juga semakin besar (Zhao et al., 2012).

Dapat disimpulkan dengan *degassing* dapat mengurangi porositas yang terjadi pada spesimen berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Budiyono et al. (2010) bahwa menurutnya nilai porositas pada spesimen membuat sifat mekanik aluminium membaik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian Komposisi sebelum remelting didapatkan Al 92,02% Si 7,57% ; Ti 0,21%; Fe 0,16%, S 0,04%. Setelah remelting komposisi spesimen mengalami perubahan terutama pada kandungan Si. Spesimen dengan waktu degassing 3 menit memiliki komposisi adalah Al 91,84% dengan Si 7,83 %; Spesimen dengan waktu degassing 5 menit memiliki komposisi adalah Al 92,13% dengan Si 7,39 %; Spesimen dengan waktu degassing 7 menit memiliki komposisi adalah Al 92,88% dengan Si 6,79 %.

2. Dari hasil pengujian Tarik, kekuatan tarik terbaik terdapat pada spesimen dengan degassing 3 menit. dan terendah pada spesimen dengan degassing 7 menit. Meskipun nilai porositas pada spesimen dengan degassing 3 menit lebih besar dari pada spesimen lainnya tapi pada kekuatan tarik nilai Si mempunyai pengaruh lebih besar dari persentase porositas. Spesimen dengan degassing 3 menit memiliki nilai Si lebih besar dari spesimen lain.

3. Pada Pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan terbesar pada spesimen dengan degassing 7 menit dan terendah pada spesimen dengan degassing 3 menit. Karena nilai kekerasan dipengaruhi oleh persentase porositas pada spesimen dan persentase porositas terkecil didapatkan pada spesimen dengan degassing 7 menit dengan 5,501 % dan porositas terbesar pada spesimen dengan degassing 3 menit dengan 8,124 %.

4. Dari hasil pengujian Impak, kekuatan impak terbaik didapatkan pada spesimen dengan degassing 5 menit dan terendah pada spesimen dengan degassing 3 menit. Nilai Si dan porositas merupakan hal yang mempengaruhi kekuatan impak, spesimen dengan degassing 5 menit yang mempunyai nilai porositas yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil dengan komposisi Si yang besar membuat kekuatan impak spesimen dengan degassing 5 menit terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada pengelola laboratorium mekanik BLKI, kepala laboratorium Metalurgi Fisik Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam pengambilan data pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Bustanul. 2005. Pembangunan Pertanian, Paradigma Kebijakan dan Strategi Revitalisasi. Jakarta: Grasindo. 183 hal
- Barsom, J .M. Dan Rolfe, St., 1999, *Fracture And Fatigue Control In Structures: Applications Of Fracture Mechanics, Third*

- Edition*, Butterworth-- Heinemann, Philadelphia
- Budiyono, Aris Dkk, 2010, Peningkatan Sifat Mekanis Sekrap Aluminium dengan Degassing. Profesional Vol 8, Hal 13-21
- Callister, William D. 2007. "Material Science and Engineering AnIntroduction".New York: John Wiley and Sons, Inc
- Haghayeghi, R Dkk, 2012, *Effect Of Ultrasonic Argon Degassing On Dissolved Hydrogen In Aluminium Alloy*, Material Letters 82, Hal 230 – 232
- Satriani, Ajeng Fitria Dan Athanasius Priharyoto Bayuseno, 2016, Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) Pada Shaft Propeller Berbahan Dasar Al-Mg-Si, Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 4, No. 2, Hal 170 – 177
- Xu, Hanbing Dkk, 2004, *Degassing Of Molten Aluminum A356 Alloy Using Ultrasonic Vibration*, Material Letters 58, Hal 3669 – 3673
- Zain, M.R., Dkk, 2022, Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) pada Aluminium (Al) terhadap Kekuatan Impak Material Campuran Al-Si, Buletin Utama Teknik, Vol.17, No.3, Hal 253-256.
- Zhao, Lei Dkk, 2012, *Degassing Of Aluminum Alloys During Re-Melting*, Material Letters 66, Hal 329 – 331.