

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN TITANIUM (Ti)
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA PRODUKSI
SEPATU KAMPAS REM
DAUR ULANG BERBAHAN ALUMINIUM (Al) SILIKON (Si)
DENGAN METODE PENGECORAN SQUEEZE**

M.N. Habibiy*, H. Purwanto, S.M.B. Respati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email: ajiib_ajep@yahoo.com

Abstrak

Pengecoran squeeze adalah pengecoran yang dilakukan dengan memberikan pengaruh tekanan kedalam rongga cetakan pada saat pembekuan logam cair. Salah satu bahan yang sering digunakan dalam proses pengecoran adalah material aluminium (Al). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan unsur titanium (Ti) terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran squeeze (squeeze casting) pada aluminium (Al) daur ulang sepatu kampas rem. Paduan tanpa penambahan unsur titanium (Ti), paduan dengan penambahan Ti 0,02%, 0,05% dan 0,07% dilebur pada tungku peleburan dan dituang dengan temperatur 700°C, pada cetakan yang telah dipanaskan pada temperatur 300°C serta diberi tekanan hidrolis sebesar 194 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan unsur Ti 0,07% memiliki porositas paling sedikit, yaitu 3,678%, harga SDAS yang paling halus, yaitu 7,30µm dan memiliki harga kekerasan paling tinggi, yaitu 51,93 HRB. Pengecoran squeeze dan penambahan unsur Ti mampu mengurangi cacat porositas, menghaluskan SDAS, serta meningkatkan kekerasan.

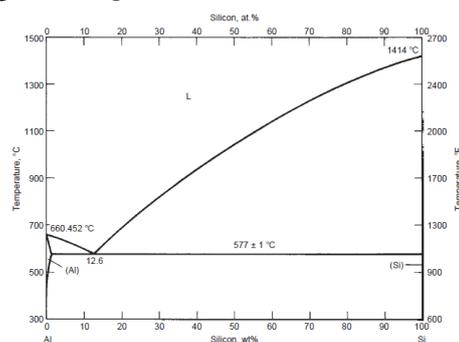
Kata kunci: *squeeze casting, SDAS, variasi penambahan unsur Titanium.*

PENDAHULUAN

Pengecoran ulang (*remelting*) material aluminium akan berakibat penurunan sifat mekanis (tarik dan impak) dari material aluminium tersebut, yang terjadi akibat peningkatan cacat porositas pada aluminium (Purnomo, 2004). Penambahan Si dan Cu pada aluminium akan meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik aluminium dan penambahan unsur Titanium (Ti) juga dapat meningkatkan kekerasan dan menghaluskan butir dari aluminium. Komposisi paduan dan pemilihan proses pengecoran dapat mempengaruhi struktur mikro dari aluminium paduan. Struktur mikro dapat dirubah dengan penambahan elemen tertentu pada paduan aluminium seperti mampu cor, sifat mekanis dan mampu mesin yang baik dapat diperbaiki (Brown, 1999). Paduan aluminium silikon (Al-Si) banyak digunakan pada komponen otomotif melalui proses pengecoran. Proses pengecoran tidak terlepas dari pemanasan dan pendinginan serta komposisi paduan yang dinyatakan dalam diagram ketetapan fasa. Diagram fase Al-Si seperti diperlihatkan pada gambar 1.

Hal inilah yang melatar belakangi dilaksanakannya penelitian analisa pengaruh

penambahan unsur titanium (Ti) terhadap struktur mikro dan kekerasan pada produksi sepatu kampas rem daur ulang berbahan aluminium (Al) silikon (Si) dengan metode pengecoran *squeeze*.



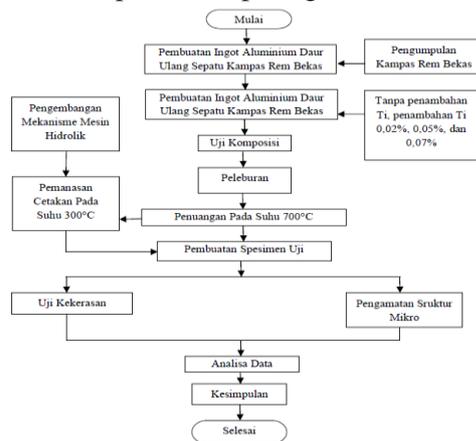
Gambar 1. Diagram fase aluminium silikon (Al-Si). (ASM Handbook vol 15, 2008)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan paduan aluminium daur ulang sepatu kampas rem. Alat yang digunakan adalah alat press hidrolis, cetakan logam, thermometer *infra red*, dapur peleburan, kowi, ladle, tang penjepit, batu bara, LPG, alat uji kekerasan Rockwell, mikroskop metalografi, amplas, metal polish, dan peralatan

keamanan pengecoran. Mesin hidrolis dapat dilihat pada gambar 3.

Bahan kampas rem bekas dilebur dan dibuat ingot, pembuatan ingot bertujuan untuk mengetahui volume berat setelah ditimbang dengan timbangan digital dan memudahkan saat penambahan unsur titanium (Ti). Hasil coran dilakukan uji komposisi untuk mengetahui kandungan unsur dalam paduan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Mekanisme hidrolis

Ingot di lebur dengan penambahan unsur titanium (Ti) dalam kowi pada dapur yang dibuat dari semen tahan api dengan menggunakan bahan bakar batu bara dan gas elpiji. Cetakan (*die*) dipanaskan pada temperatur 300°C yang sebelumnya telah dilapisi *die coat* pasta untuk menghindari efek pengelasan antara logam cair dan cetakan. Setelah mencapai temperatur penelitian, logam cair dituangkan pada cetakan dan ditekan menggunakan mesin hidrolis pada tekanan yang diharapkan. Variasi penambahan Ti dapat dilihat pada tabel 1.

Tiap hasil pengecoran dari berbagai variasi penelitian dibuat spesimen uji mikro dan kekerasan dengan menghaluskan permukaan uji dengan amplas. Pengamatan struktur mikro dan

uji kekerasan dilakukan pada spesimen dengan mikroskop optik dan mesin uji Rockwell.

Tabel 1. Perlakuan variasi

NO	TUANG (°C)	Ti (%)	TEKANAN (MPa)
1	700	0	194
2	700	0,02	194
3	700	0,05	194
4	700	0,07	194

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengecoran *Squeeze*



Gambar 4. Hasil pengecoran *squeeze* temperatur penuangan 700°C, diberi tekanan 194 MPa, suhu cetakan 300°C, dan tanpa penambahan Ti

Pada gambar 4 hasil pengecoran menunjukkan masih terdapat rongga coran yang tidak terisi dan cacat penyusutan.



Gambar 5. Hasil pengecoran *squeeze* temperatur penuangan 700°C, diberi tekanan 194 MPa, suhu cetakan 300°C, dan penambahan Ti 0,02%

Pada gambar 5 hasil pengecoran menunjukkan masih terdapat cacat penyusutan pada coran.



Gambar 6. Hasil pengecoran squeeze temperatur penuangan 700°C, diberi tekanan 194 MPa, suhu cetakan 300°C, dan penambahan Ti 0,05%

Pada gambar 6 hasil pengecoran menunjukkan permukaan yang kurang halus diakibatkan oleh pelapisan cetakan.

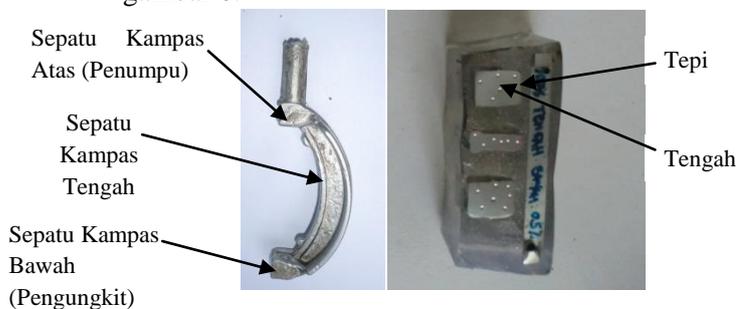


Gambar 7. Hasil pengecoran squeeze temperatur penuangan 700°C, diberi tekanan 194 MPa, suhu cetakan 300°C, dan penambahan TiB 0,07%

Pada gambar 7 hasil pengecoran menunjukkan coran yang hampir sempurna.

3.2. Hasil Pengujian Struktur Mikro

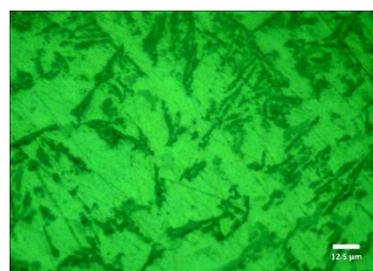
Pengambilan sampel pengujian seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Pengambilan letak foto mikro dan bagian spesimen yang di uji

a. Tanpa Penambahan Ti

Pada gambar 9 dan gambar 10 memperlihatkan foto mikro dari variasi tanpa penambahan Ti pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa pada bagian tengah spesimen lebih banyak cacat porositas. Jarak antar dendrit dari tepi spesimen dan tengah spesimen jauh.



a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)

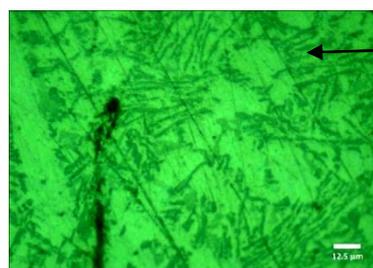


b. Sepatu Kanvas Tengah



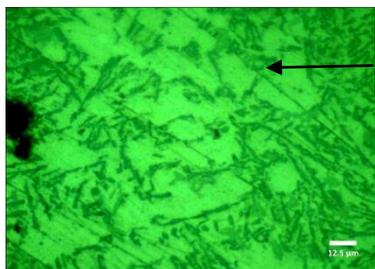
c. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

Gambar 9. Struktur mikro bagian tepi spesimen dengan variasi tanpa penambahan Ti



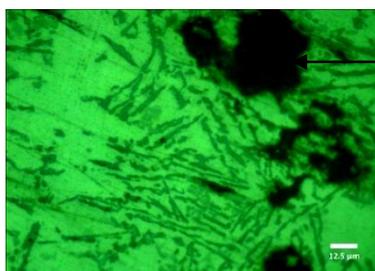
Matriks silikon (Si)

- a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)
- b.



Matriks Aluminium (Al)

- c. Sepatu Kanvas Tengah



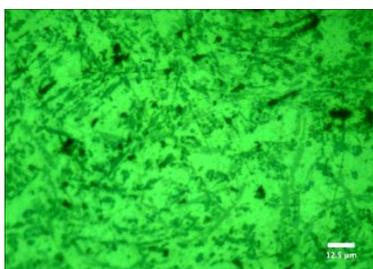
Porositas

- d. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

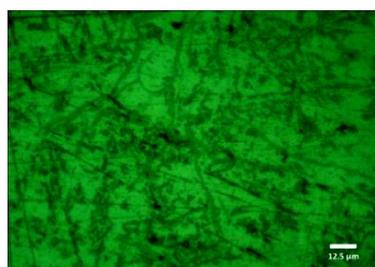
Gambar 10. Struktur mikro bagian tengah spesimen dengan variasi tanpa penambahan Ti

b. Penambahan Ti 0,02%

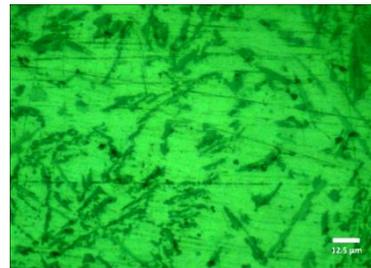
Pada gambar 11 dan gambar 12 memperlihatkan foto mikro dari variasi penambahan Ti 0,02% pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang diambil, bagian tengah spesimen lebih banyak terdapat cacat porositas dari pada bagian tepi spesimen. Jarak antar dendrit sedikit jauh.



- a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)

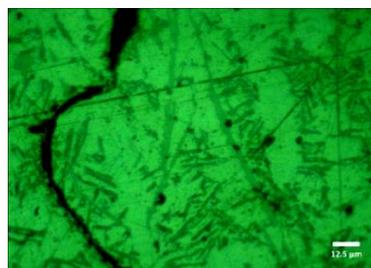


- b. Sepatu Kanvas Tengah

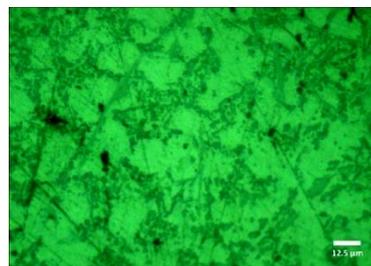


- c. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

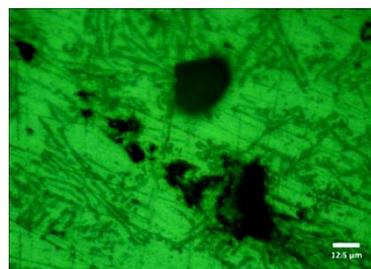
Gambar 11. Struktur mikro bagian tepi spesimen dengan variasi penambahan Ti 0,02%



- a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)



- b. Sepatu Kanvas Tengah



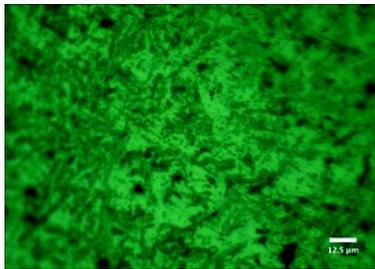
- c. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

Gambar 12. Struktur mikro bagian tengah spesimen dengan variasi penambahan Ti 0,02%

c. Penambahan Ti 0,05%

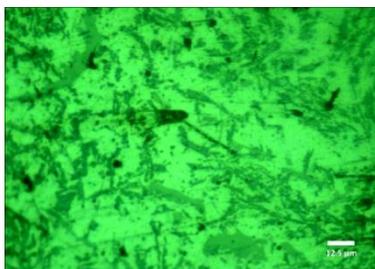
Pada gambar 13 dan gambar 14 memperlihatkan foto mikro dari variasi penambahan Ti 0,05% pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang

diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa pada bagian tepi terdapat sedikit cacat porositas, dibandingkan tengah spesimen. Jarak antar dendrit rapat.

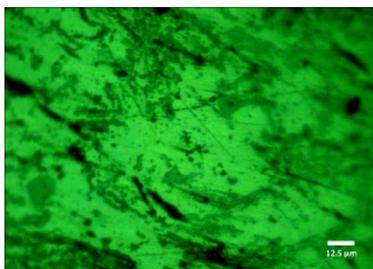


a.

b. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)

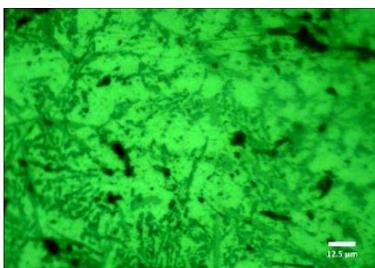


c. Sepatu Kanvas Tengah

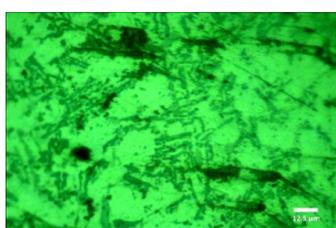


d. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

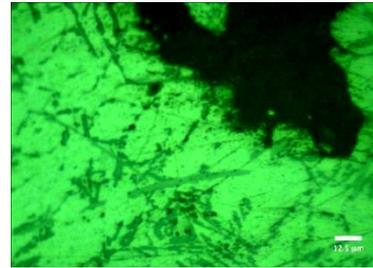
Gambar 13. Struktur mikro bagian tepi spesimen dengan variasi penambahan Ti 0,05%



a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)



b. Sepatu Kanvas Tengah

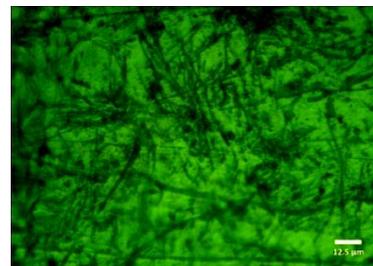


c. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

Gambar 14. Struktur mikro bagian tengah spesimen dengan variasi penambahan Ti 0,05%

d. Penambahan Ti 0,07%

Pada gambar 15 dan gambar 16 memperlihatkan foto mikro dari variasi penambahan Ti 0,07% pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa cacat porositas pada bagian tepi terdapat cacat porositas. Jarak antar dendrit rapat.



a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)

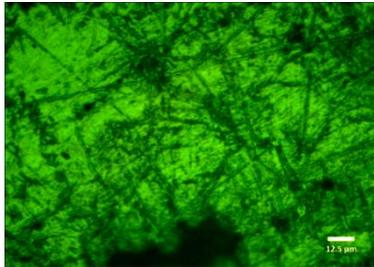


b. Sepatu Kanvas Tengah

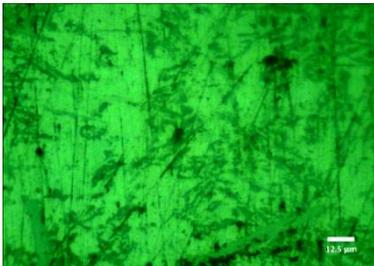


c. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

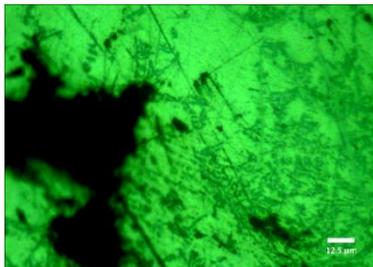
Gambar 15. Struktur mikro bagian tepi spesimen dengan variasi penambahan Ti 0,07%



a. Sepatu Kanvas Atas (Penumpu)



b. Sepatu Kanvas Tengah



c. Sepatu Kanvas Bawah (Pengungkit)

Gambar 16. Struktur mikro bagian tengah spesimen dengan variasi penambahan Ti 0,07%

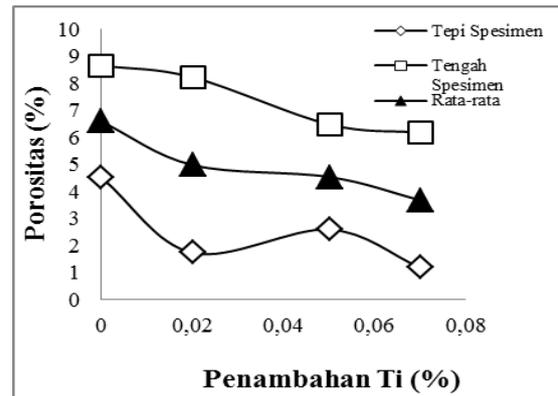
Dari hasil struktur mikro memperlihatkan bahwa semakin tinggi penambahan penghalus butir Ti jarak antar dendrit menjadi semakin jauh.

Porositas

Tabel 2 dan gambar 17 menunjukkan jumlah porositas yang didapatkan dari beberapa variasi penambahan Ti.

Tabel 2. Jumlah porositas

Sepatu Kanvas Rem	Bagian	Porositas	Rata-Rata
Tanpa Penambahan Ti	Tepi	4,507	6,579
	Tengah	8,650	
Penambahan Ti 0,02%	Tepi	1,727	4,972
	Tengah	8,217	
Penambahan Ti 0,05%	Tepi	2,590	4,531
	Tengah	6,473	
Penambahan Ti 0,07%	Tepi	1,180	3,678
	Tengah	6,177	



Gambar 17. Grafik rata-rata jumlah porositas

Jumlah porositas pada berbagai variasi penambahan Ti yaitu penambahan Ti bagian tepi 4,507% dan bagian tengah 8,650%. Penambahan Ti 0,02% pada bagian tepi 1,727% dan bagian tengah 8,217%. Penambahan Ti 0,05% pada bagian tepi 2,590% dan bagian tengah 6,473%. Penambahan Ti 0,07% pada bagian tepi 1,180% dan bagian tengah 6,177%.

Pada penambahan Ti 0,02% jumlah porositas menurun sebesar 24,426% dari penambahan Ti 0%, sedangkan pada penambahan Ti 0,05% jumlah porositas menurun sebesar 8,869% dari penambahan Ti 0,02% dan pada penambahan Ti 0,07% jumlah porositas menurun sebesar 18,825% dari penambahan Ti 0,05%.

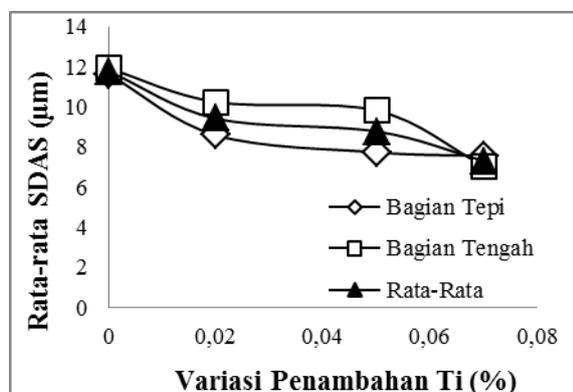
SDAS

Tabel 3 dan gambar 18 menunjukkan hasil SDAS dari beberapa variasi penambahan Ti.

Tabel 3. Ukuran SDAS

Sepatu Kanvas Rem	Bagian	SDAS(μm)	Rata-Rata (%)
Tanpa Penambahan Ti	Tepi	11,62	11,77
	Tengah	11,92	

Penambahan Ti 0,02%	Tepi	8,59	9,42
	Tengah	10,24	
Penambahan Ti 0,05%	Tepi	7,73	8,77
	Tengah	9,81	
Penambahan Ti 0,07%	Tepi	7,56	7,30
	Tengah	7,04	



Gambar 18. Grafik rata-rata SDAS

Ukuran SDAS pada berbagai variasi penambahan Ti yaitu penambahan Ti 0% ukuran SDAS pada bagian tepi 4,780µm dan bagian tengah 7,068µm. Penambahan Ti 0,02% ukuran SDAS pada bagian tepi 9,763µm dan bagian tengah 10,013µm. Penambahan Ti 0,25% ukuran SDAS pada bagian tepi 10,619µm dan bagian tengah 12,202µm. Penambahan Ti 0,07% ukuran SDAS pada bagian tepi 15,112µm dan bagian tengah 12,893µm.

Pada penambahan Ti 0,02% jumlah SDAS meningkat sebesar 66,914% dari penambahan Ti 0%, sedangkan pada penambahan Ti 0,05% jumlah SDAS meningkat sebesar 15,392 % dari penambahan Ti 0,02% dan pada penambahan Ti 0,07% jumlah SDAS meningkat sebesar 22,716% dari penambahan Ti 0,05%.

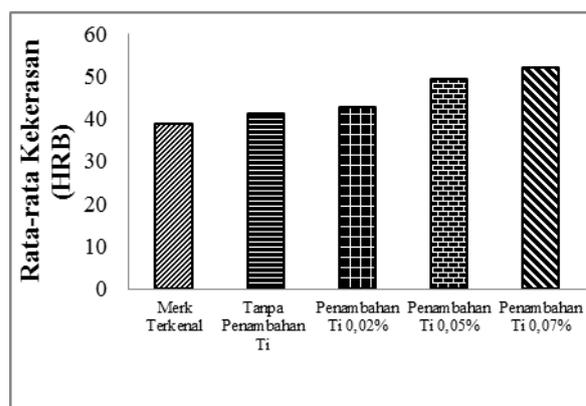
Kekerasan

Tabel 4 dan gambar 19 menunjukkan hasil uji kekerasan dari beberapa variasi penambahan Ti.

Tabel 4. Hasil uji kekerasan

Sepatu Kanvas Rem	Penambahan Ti	Kekerasan (HRB)
Merk Terkenal	-	38,93
Tanpa Penambahan Ti	0%	41,27
Penambahan Ti 0,02%	0,02%	42,80
Penambahan Ti 0,05%	0,05%	49,33

Penambahan Ti 0,07%	0,07%	51,93
---------------------	-------	-------



Gambar 19. Grafik kekerasan pengecoran Squeeze

Kekerasan produk sepatu kanvas merk terkenal memiliki harga kekerasan 38,93 HRB. Kekerasan produk sepatu kanvas rem daur ulang dengan variasi tanpa penambahan Ti sebesar 41,27 HRB, meningkat 6,01% dari harga kekerasan merk terkenal, untuk kekerasan variasi penambahan Ti 0,02 % sebesar 42,80 HRB, meningkat 3,70 % dari tanpa penambahan Ti. Kekerasan pada variasi penambahan Ti 0,05 % sebesar 49,33 HRB, meningkat 15,25 % dari penambahan Ti 0,02 %, sedangkan kekerasan variasi penambahan Ti 0,07 % sebesar 51,93 HRB meningkat 5,27% dari penambahan Ti 0,05%.

KESIMPULAN

Setelah melaksanakan penelitian Analisa Pengaruh Penambahan Titanium (Ti) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Produksi Sepatu Kanvas Rem Daur Ulang Berbahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Dengan Metode Pengecoran Squeeze, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pada variasi tanpa penambahan Ti memiliki rata-rata jumlah porositas sebesar 6,579% dan ukuran SDAS sebesar 11,77 µm. Variasi penambahan Ti 0,02% memiliki rata-rata jumlah porositas sebesar 4,972% dan ukuran SDAS sebesar 9,42 µm, untuk variasi penambahan Ti 0,05% memiliki rata-rata jumlah porositas sebesar 4,531% dan ukuran SDAS sebesar 8,77 µm, dan variasi penambahan Ti 0,07% memiliki rata-rata jumlah porositas sebesar 3,678% dan ukuran SDAS sebesar 7,30 µm.

2. Produk sepatu kampas rem merek terkenal memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 38,93 HRB, sedangkan pada variasi tanpa penambahan Ti memiliki harga kekerasan rata-rata 41,27 HRB, variasi penambahan Ti 0,02% memiliki harga kekerasan rata-rata 42,80 HRB, dan variasi penambahan Ti 0,05% memiliki harga kekerasan rata-rata 49,33 HRB, serta variasi penambahan Ti 0,07% memiliki harga kekerasan rata-rata 51,93 HRB.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Specialty Hand Book. 1993. *Aluminium and Aluminium Alloys*, Ohio.
- Brown, J.R., 1999, *Non-Ferrous Foundryman's Handbook*, Butterworth Heinemann, Eleventh Edition, Oxford, page : 82-83.
- Purnomo. 2004. *Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Impak Pada Paduan Aluminium Tuang 320*. Proceedings. Komputer dan Sistem Intelijen Universitas Gunadarma Jakarta