

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN PADA SEPATU KAMPAS REM BERBAHAN PADUAN ALUMINIUM SILIKON (Al-Si) DAUR ULANG DENGAN PENAMBAHAN UNSUR TITANIUM (Ti) 0,059%

A.E. Kurniawan*, H. Purwanto, S.M.B. Respati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email: artisaendar.k@gmail.com

Abstrak

Pegecoran squeeze adalah pengecoran dengan pengaruh tekanan pada saat pembekuan logam cair dan merupakan pengabungan antara pengecoran dan penempaan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh temperatur cetakan terhadap struktur mikro dan kekerasan serta kapasitas atau kecepatan produksi hasil pengecoran squeeze (squeeze casting) pada aluminium daur ulang sepatu kampas rem. Paduan dengan penambahan unsur titanium (Ti) 0.059% dilebur pada tungku peleburan pada temperatur 700°C, dan dituang dengan variasi temperatur cetakan (cetakan tanpa pemanasan, 200°C, 300°C, 400°C) dan dengan tekanan squeeze 194 MPa. Hasil pengujian menunjukkan pengecoran squeeze dengan variasi temperatur cetakan bahwa semakin tinggi temperatur cetakan jumlah porositas semakin rendah yaitu pada temperatur cetakan 400°C bagian tepi spesimen jumlah porositas rata-rata sebesar 1,39% dan bagian tengah spesimen sebesar 1,58%. Temperatur cetakan semakin tinggi yaitu pada temperatur 400°C jumlah dendrit sedikit dan SDAS semakin halus. Temperatur cetakan melebihi dari temperatur 400°C maka kekerasan semakin menurun dan waktu pendinginan sepatu kampas rem semakin lama saat pelepasan coran.

Kata kunci: coran, dendrit, pengecoran squeeze, SDAS, spesimen.

PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan proses dimana logam dicairkan pada suhu tertentu dan dicetak menggunakan cetakan untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang mendekati bentuk produk jadi. Pengecoran *squeeze* merupakan salah satu metode untuk mendapatkan hasil coran yang unggul. Aluminium paduan (alloy) yaitu Al-Si dari sepatu kampas rem bekas dilakukan daur ulang digunakan dalam penelitian ini. Aluminium paduan mempunyai sifat mekanis yang dapat diperbaiki dengan menambahkan unsur-unsur lain seperti tembaga (Cu), titanium (Ti), silikon (Si), mangan (Mn), magnesium (Mg) dan sebagainya (Surdia, 1985). Hasil proses pengecoran *squeeze* dilihat struktur mikro tampak lebih padat dibandingkan dengan hasil pengecoran dengan cara tuang (*gravity*) (Yue dan Chadwick, 1996).

Dalam proses pengecoran *squeeze*, logam cair dibekukan dibawah tekanan eksternal yang relatif tinggi dengan proses pemadatan logam cair ke dalam cetakan menggunakan tekanan dengan tenaga hidrolis. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan produk dengan porositas lebih rendah dan struktur yang lebih homogen serta mengetahui kapasitas produksi sepatu kampas rem.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan paduan aluminium daur ulang sepatu kampas rem. Alat yang digunakan adalah cetakan logam, mesin hidroulis, termotester, dapur peleburan, blower, gas elpiji, kowi, ladle, tang panjang, amplas, autosol, kain lap, mikroskop optik, alat uji kekerasan brinell, dan peralatan keamanan pengecoran.

Kampas rem bekas dilebur dan dibuat menjadi ingot, pembuatan ingot bertujuan untuk mengetahui volume berat setelah ditimbang dengan timbangan digital. Memudahkan saat penambahan unsur titanium (Ti). Ingot dilakukan uji komposisi untuk mengetahui kandungan unsur dalam paduan.

Pengembangan mekanisme hidrolis dari penelitian sebelumnya menggunakan satu hidrolis yang digerakkan secara manual. Dalam penelitian ini dikembangkan memakai dua hidrolis yaitu atas (penekan) dan samping (membuka dan menutup cetakan) yang digerakkan dengan motor listrik. Mekanisme hidrolis yang dikembangkan seperti terlihat pada Gambar 1.



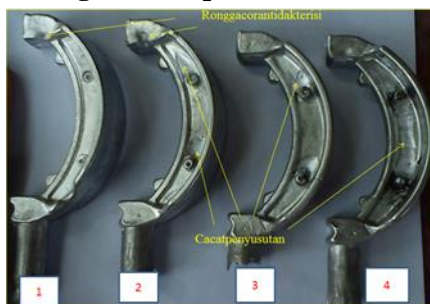
Gambar 1. Mekanisme Hidrolis

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 variasi temperatur penelitian yang sebelumnya telah dilapisi *die coat* pasta untuk menghindari efek pengelasan antara logam cair dan cetakan. Setelah mencapai temperatur penelitian logam cair di tuangkan pada cetakan dan ditekan menggunakan mesin hidroulis pada tekanan penelitian.

Tiap hasil pengecoran dari berbagai varisai penelitian dibuat spesimen uji mikro dan kekerasan dengan menghaluskan permukaan uji dengan amplas dan pemegang dibuat dari bahan resin. Pengamatan struktur mikro dan uji kekerasan dilakukan pada spesimen dengan mikroskop optik dan mesin uji Brinell.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengecoran Squeeze



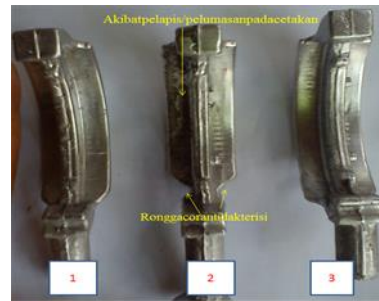
Gambar 2. Hasil Sepatu Kampas Rem Cetakan Tanpa Pemanasan

Pada Gambar 2, hasil pengecoran menunjukkan masih terdapat rongga coran yang tidak terisi dan cacat penyusutan karena pada fasa pendinginan atau pembekuan, panas coran dengan cepat diserap oleh cetakan.



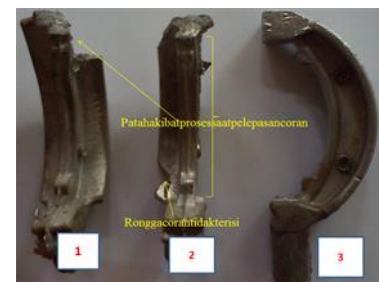
Gambar 3. Hasil Sepatu Kampas Rem Temperatur Cetakan 200°C

Pada Gambar 3, hasil pengecoran menunjukkan masih terdapat rongga yang tidak terisi yaitu pada coran kedua, cacat penyusutan pada coran pertama dan ketiga.



Gambar 4. Hasil Sepatu Kampas Rem Temperatur Cetakan 300°C

Pada Gambar 4, hasil pengecoran menunjukkan masih terdapat rongga yang tidak terisi yaitu coran kedua.

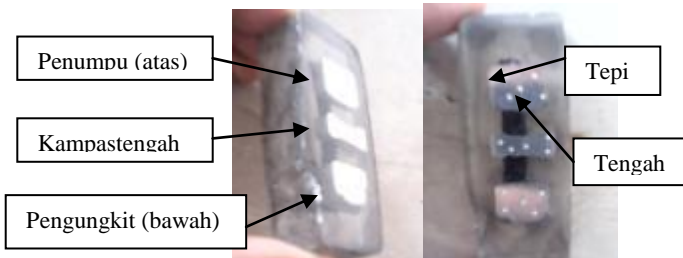


Gambar 5. Hasil Sepatu Kampas Rem Temperatur Cetakan 400°C

Pada Gambar 5, hasil pengecoran menunjukkan coran pertama dan kedua patah saat proses pelepasan karena belum optimalnya waktu fasa pembekuan.

Struktur Mikro

Pengambilan data penelitian seperti terlihat pada Gambar 6.



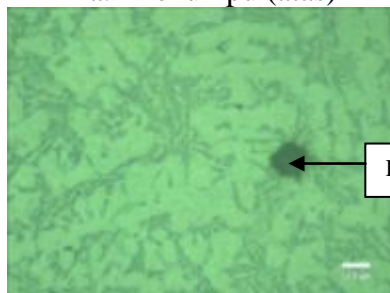
Gambar 6. Pengambilan Letak Foto Mikro dan Uji Kekerasan

a. Cetakantanpapemanasan

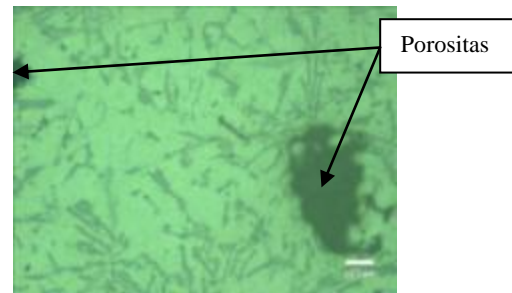
Pada Gambar 7 dan Gambar 8, memperlihatkan foto mikro dari variasi cetakan tanpa pemanasan pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa pada bagian tengah specimen lebih banyak yaitu pengungkit (bawah) dari pada tepi spesimen. Bentuk dendrit dari semua bagian specimen menunjukkan mendekati atau hampir sama.



a. Penumpu (atas)



b. Kampastengah

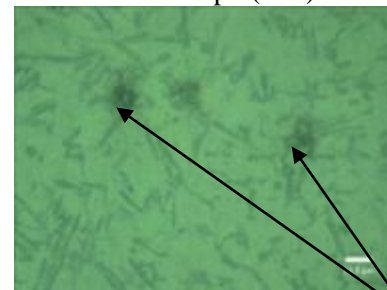


c. Pengungkit (bawah)

Gambar 7. Struktur Mikro Bagian Tepi Spesimen dengan Cetakan Tanpa Pemanasan



a. Penumpu (atas)



b. Kampastengah



c. Pengungkit (bawah)

Gambar 8. Struktur Mikro Bagian Tengah Spesimen dengan Cetakan Tanpa Pemanasan

b. Temperaturcetakan 200°C

Pada Gambar 9 dan Gambar 10, memperlihatkan foto mikro dari temperatur cetakan 200°C pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa pada bagian tengah specimen lebih banyak yaitu kampas

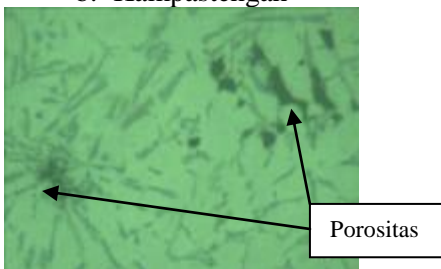
tengah dan pengungkit (bawah) dari pada tepi spesimen. Bentuk dendrit dari semua bagian specimen menunjukkan mendekati atau hampir sama.



a. Penumpu (atas)



b. Kampastengah

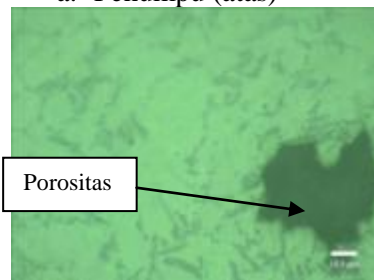


c. Pengungkit (bawah)

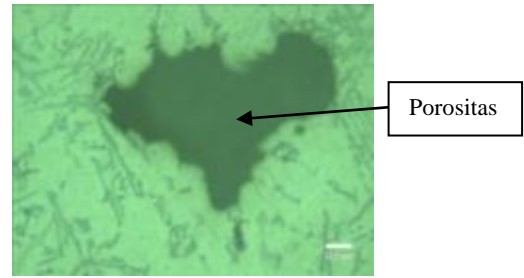
Gambar 9. Struktur Mikro Bagian Tepi Spesimen dengan Temperatur Cetakan 200°C



a. Penumpu (atas)



b. Kampastengah



c. Pengungkit (bawah)

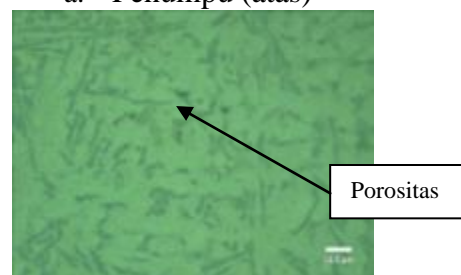
d. Gambar 10. Struktur Mikro Bagian Tengah Spesimen dengan Temperatur Cetakan 200°C

c. Temperaturcetakan 300°C

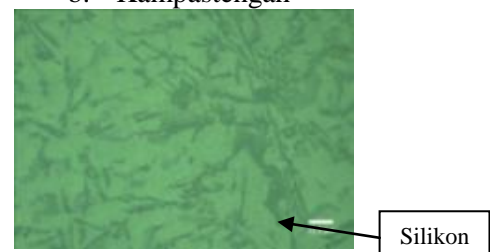
Pada Gambar 11 dan Gambar 12, memperlihatkan foto mikro dari temperatur cetakan 300°C pada bagian tepi dan tengah specimen. Dari semua specimen yang diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa pada bagian tengah specimen lebih banyak yaitu pengungkit (bawah) dari pada tepi specimen. Bentuk dendrit dari semua bagian specimen menunjukkan mendekati atau hampir sama.



a. Penumpu (atas)

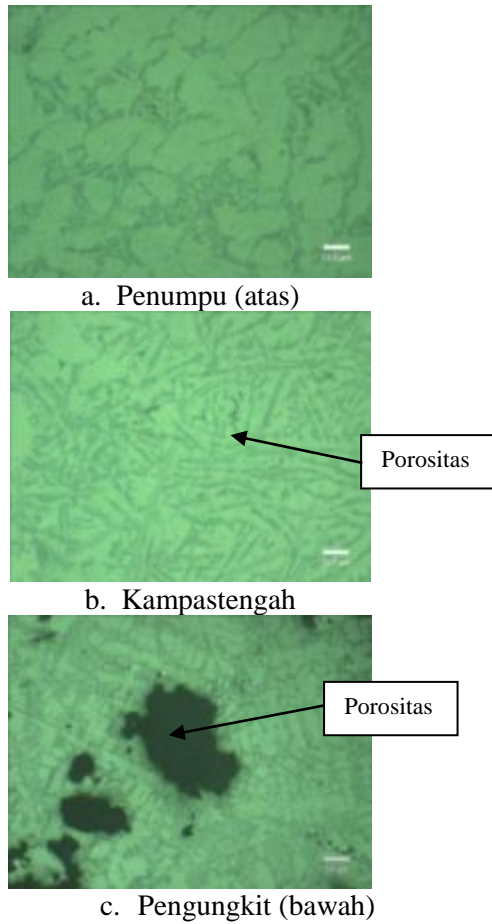


b. Kampastengah



c. Pengungkit (bawah)

Gambar 11. Struktur Mikro Bagian Tepi Spesimen dengan Temperatur Cetakan 300°C



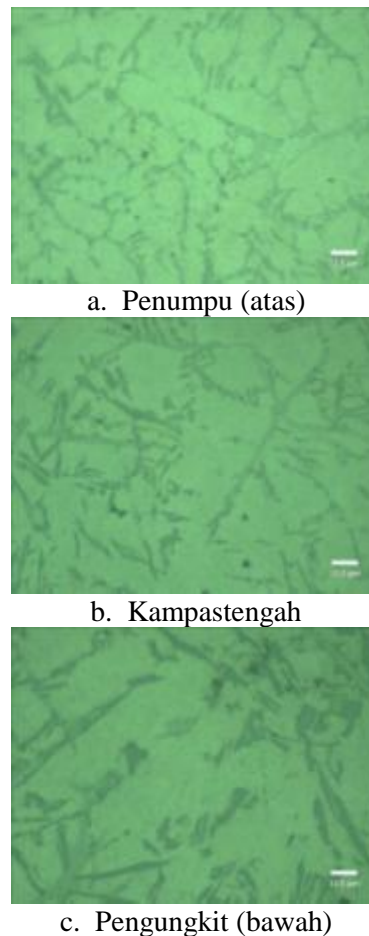
Gambar 12. Struktur Mikro Bagian Tengah Spesimen dengan Temperatur Cetakan 300°C

d. Temperaturcetakan 400°C

Pada Gambar 13 dan Gambar 14, memperlihatkan foto mikro dari temperatur cetakan 400°C pada bagian tepi dan tengah spesimen. Dari semua spesimen yang diambil, struktur mikro coran dilihat dari jumlah cacat porositas menunjukkan bahwa pada semua bagian yaitu tepi dan tengah spesimen hampir tidak ada cacat porositas karena sangat kecil sekali. Bentuk dendrit dari semua bagian specimen menunjukkan mendekati atau hampir sama.



Gambar 13. Struktur Mikro Bagian Tepi Spesimen dengan Temperatur Cetakan 400°C

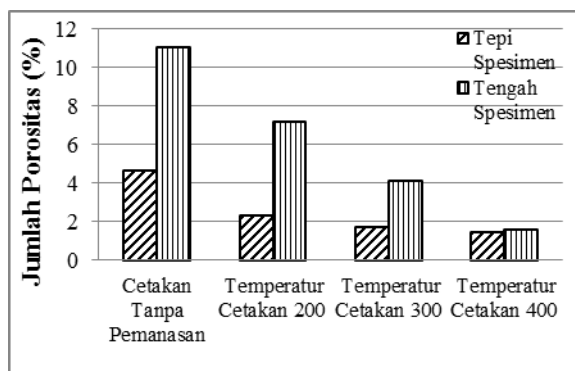


Gambar 14. Struktur Mikro Bagian Tengah Spesimen dengan Temperatur Cetakan 400°C

Dari hasil struktur mikro memperlihatkan bahwa temperatur cetakan semakin tinggi, semakin kecil atau hampir tidak ada cacat porositas dan struktur dendrit semua hampir mirip atau sama.

Porositas

Gambar 15, menunjukkan hasil rata-rata jumlah porositas.



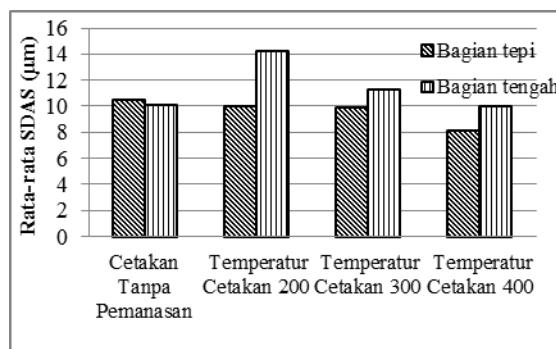
Gambar 15. Grafik Rata-rata Jumlah Porositas

Jumlah porositas pada berbagai variasi temperatur cetakan pada bagian tepi spesimen terjadi penurunan 100.13%. Dari temperatur cetakan tanpa pemanasan porositas 4.643% dan temperatur cetakan 200°C sebanyak 2.32%. Jumlah porositas terjadi penurunan 38.1% dari temperatur cetakan 200°C porositas 2.32% dan temperatur cetakan 300°C sebanyak 1.68%. Jumlah porositas terjadi penurunan 20.9% dari temperatur cetakan 300°C porositas 1.68% dan temperatur cetakan 400°C sebanyak 1.39%.

Jumlah porositas pada bagian tengah spesimen terjadi penurunan 53.21% dari temperatur cetakan tanpa pemanasan porositas 10.99% dan temperatur cetakan 200°C sebanyak 7.173%. Porositas terjadi penurunan 76.7% dari temperatur cetakan 200°C porositas 7.173% dan temperatur cetakan 300°C sebanyak 4.06%. Porositas terjadi penurunan 156.5% dari temperatur cetakan 300°C porositas 4.06% dan temperatur cetakan 400°C sebanyak 1.583%.

Secondary Dendrite Arm Spacing (SDAS)

Gambar 16, menunjukkan hasil rata-rata ukuran SDAS.



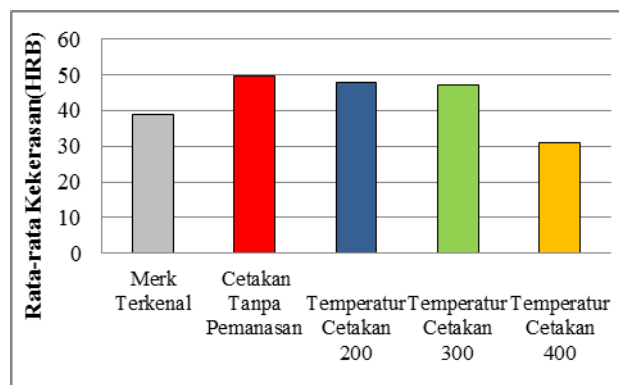
Gambar 16. Grafik Rata-rata SDAS

Ukuran SDAS pada berbagai variasi temperatur cetakan yaitu pada bagian tepi spesimen menurun 5.1% dari temperatur cetakan tanpa pemanasan SDAS 10.53µm dan temperatur cetakan 200°C SDAS 10.02µm. Ukuran SDAS menurun 2.35% dari temperatur cetakan 200°C SDAS 10.02µm dan temperatur cetakan 300°C SDAS 9.79µm. Ukuran SDAS menurun 20.12% dari temperatur cetakan 300°C SDAS 9.79µm dan temperatur 400°C SDAS 8.15µm.

Ukuran SDAS pada bagian tengah spesimen naik 40.81% dari temperatur cetakan tanpa pemanasan SDAS 10.12µm dan temperatur cetakan 200°C SDAS 14.25µm. Ukuran SDAS menurun 26.33% dari temperatur cetakan 200°C SDAS 14.25µm dan temperatur cetakan 300°C SDAS 11.28µm. Ukuran SDAS menurun 13.03% dari temperatur cetakan 300°C SDAS 11.28µm dan temperatur cetakan 400°C SDAS 9.98µm.

Kekerasan

Gambar 17, menunjukkan nilai kekerasan pada pengecoran squeeze.



Gambar 17. Grafik Kekerasan Pengecoran Squeeze

Kekerasan produk sepatu kampas rem naik 27.9% dari merek terkenal sebesar 38,93 HRB dan kekerasan cetakan tanpa pemanasan sebesar 49.78 HRB. Kekerasan produk sepatu kampas rem menurun 4.27% dari cetakan tanpa pemanasan sebesar 49.78 HRB dan kekerasan temperatur cetakan 200°C sebesar 47.73 HRB. Kekerasan menurun 1.62% dari temperatur cetakan 200°C sebesar 47.73 HRB dan temperatur cetakan 300°C sebesar 46.97 HRB. Kekerasan menurun 51.52% dari temperatur cetakan 300°C sebesar 46.97 HRB dan temperatur cetakan 400°C sebesar 31,00 HRB. Hasil pengujian menunjukkan pada tekanan konstan kekerasan menurun dengan semakin tingginya temperatur cetakan sebagaimana yang dilakukan oleh Duskiardi dan Tjitro, (2002).

Waktu pendinginan produksi sepatu kampas rem (dihitung mulai dari penuangan sampai melepas coran). Tabel 1. Menunjukkan waktu pendinginan hasil coran paling sedikit yaitu 30 detik pada cetakan tanpa pemanasan dan paling lama yaitu 30 menit pada temperature cetakan 400°C. Temperatur cetakan yang semakin tinggi sangat berpengaruh terhadap waktu pendinginan sepatu kampas rem yang dihitung waktu mulai dari penuangan sampai pelepasan hasil coran.

Dalam penelitian ini waktu pendinginan sepatu kampas rem atau coran tidak mengacu pada temperatur cetakan saat proses dari penuangan sampai pelepasan coran, tetapi peneliti hanya mengacu pada waktu yang dihitung secara perkiraan dari beberapa percobaan untuk hasil coran yang optimal.

Tabel 1. Waktu Pendinginan Hasil Coran

Variasi Temperatur Cetakan	Coran	Waktu Pendinginan Mulai dari Penuangan sampai Pelepasan Coran
Cetakan Tanpa Pemanasan	1	30 detik
	2	30 detik
	3	30 detik
	4	30 detik
200°C	1	1 menit 25 detik
	2	1 menit 30 detik
	3	1 menit 30 detik
300°C	1	4 menit
	2	4 menit 25 detik
	3	5 menit 30 detik
400°C	1	10 menit 30 detik
	2	15 menit 20 detik
	3	30 menit

KESIMPULAN

Dari penelitian analisa pengaruh variasi temperatur cetakan pada pengecoran *squeeze* terhadap produk sepatu kampas rem dengan bahan aluminium (Al) silikon (Si) daur ulang dengan penambahan unsur titanium (Ti) pada produksi sepatu kampas rem sepeda motor ini maka dapat disimpulkan :

1. Temperatur cetakan semakin tinggi terlihat struktur mikro dari jumlah porositas produk coran semakin rendah, dan ukuran atau butir SDAS semakin kecil berarti bentuk dendrit besar atau memanjang.
2. Semakin tinggi temperature cetakan maka nilai rata-rata kekerasan akan semakin turun sehingga produk sepatu kampas rem tidak mudah patah dalam menerima beban pada saat pengereman.
3. Waktu pendinginan sepatu kampas rem dihitung waktu mulai dari penuangan sampai pelepasan coran dengan semakin tinggi temperature cetakan maka dalam produksi banyak waktu terbuang atau kurang optimalnya waktu yang dihasilkan.

SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Dikembangkan peralatan yang lebih presisi yaitu cetakan, as buat Bergeraknya cetakan, instalasi hidrolisnya dengan adanya indikator waktu otomatis sehingga pada saat pembuatan produk lebih efisien dan kuantitas produksi dapat ditingkatkan.
2. Perubahan desain cetakan yang dibuat dengan model kedalaman tirus dan lubang pin pelepas coran menjadi empat titik sehingga saat pelepasan coran menjadi mudah dan tidak miring serta presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Duskiardi., dan Tjitro., 2002, "Pengaruh Tekanan Dan Temperatur Die Prosesn *Squeeze Casting* Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Material Piston Komersial Lokal", *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 4, No. 1, pp. 1 – 5.
- Surdia, T., dan Saito, S., 1985, "*Pengetahuan Bahan Teknik*", Cetakan Ke-3, PT. Padnya Paramita, Jakarta.
- Yue, T.M. dan Chadwick, G.A., 1996, *Squeeze Casting of Light Alloys and Their Composites*, *Journal of Material Processing Technology*, Vol. 58 No. 2 – 3.