

**PENGARUH VARIASI JENIS CETAKAN
DAN PENAMBAHAN SERBUK *DRY CELL* BEKAS TERHADAP POROSITAS
HASIL *RE MELTING* Al-9%Si BERBASIS PISTON BEKAS**

Agung Dwi Wibowo, Danar Susilo Wijayanto, Budi Harjanto

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Telp/Fax. 0271 718419
E-mail:agung2w@gmail.com

The purpose of this study is to determine the effect of variations in the type of mold and the addition of dry cell powder marks on the porosity results remelting of Al-Si piston-based scars with 9% Si. This study used three different types of mold there were wet sand mold, dry sand mold and metal mold. Variations addition of dry cell powder is used as much as 0,30%, 0,50% and 0,70% by weight. Data obtained by calculating the porosity on each specimen and taking macro photos. From the calculated porosity created graphs to analyze. This research method using descriptive analysis.

The results of this study show that the highest porosity occurs in the variations wet sand mold and additions powder dry cell by weight as much as 0.50% porosity by 3,1447%. The lowest porosity occur in variations metal molds and adding powder dry cell as much as 0,70% by the porosity of 0,1635%. Trought macro photos, metal mold can product smooth surface than sand mold.

By this research, the use of metal molds can produce castings with a smooth surface and low porosity. In addition dry cell powder 0,30% and 0,50% led to increased porosity, while the addition cell dry powder 0,70% can reduce the porosity in castings results. This happens in all kinds of molds.

Keywords: *porosity, dry cell powder, Al-Si, piston used*

PENDAHULUAN

Sejak tahun 1980 kebutuhan aluminium pada komponen otomotif seperti piston, blok mesin, kepala silinder dan katup terus meningkat sampai sekarang. Khususnya di Indonesia limbah piston per tahun mencapai 6.765,5 ton. Untuk mengurangi konsumsi aluminium tersebut perlu dilakukan daur ulang limbah aluminium. Apabila bisa didaur ulang akan menghemat material aluminium baru dan

memberi masukan bagi pengembangan bidang ilmu teknologi material.

Remelting merupakan salah satu metode pengecoran daur ulang dengan melebur kembali material logam yang telah ada. Keuntungan remelting ini di antaranya harganya yang relatif murah dan dapat dilakukan oleh industri meskipun hanya skala home industry. Kendala yang sering terjadi dalam proses remelting adalah kecacatan (porositas).

Proses pengecoran merupakan proses pencairan logam yang selanjutnya dituang ke dalam cetakan dan kemudian dibiarkan membeku, sehingga terbentuk suatu benda yang sesuai dengan bentuk model atau pola cetakan. Penggunaan jenis cetakan yang tepat dapat meningkatkan hasil produksi baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Jenis cetakan yang sering digunakan dalam industri pengecoran antara lain cetakan pasir dan cetakan logam.

Jenis cetakan pasir yaitu jenis cetakan dengan menggunakan pasir sebagai bahan cetakan. Proses pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir ini sendiri tidak lain adalah menuangkan logam cair ke dalam rongga dari cetakan pasir. Cetakan ini dibuat dengan jalan memadatkan pasir yang berupa pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan logam (permanent) adalah jenis cetakan dengan menggunakan logam sebagai bahan cetakan. Logam yang digunakan sebagai bahan cetakan adalah besi cor paduan.

Inklusi merupakan problem serius dalam memproduksi hasil coran (Neff, 2002). Inklusi yang dimaksud adalah gas hidrogen yang dapat larut pada Aluminium cair yang dapat menyebabkan porositas pada pengecoran. Dari hasil pengamatan sebuah home industry pengecoran aluminium di Karanganyar, Jawa Tengah

dijumpai penggunaan serbuk *dry cell* bekas sebanyak 150 gram pada 70 kilogram logam aluminium cair hasil remelting. Penambahan serbuk *dry cell* bekas berdampak pada kebersihan cairan logam aluminium dari terak (*slag*) sehingga produk coran yang dihasilkan lebih bersih dan terlihat halus. Telah ada penelitian-penelitian logam yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *dry cell* sebagai *degasser*. Namun belum diketahui manfaat secara fisis maupun mekanis dampak penambahan *dry cell* tersebut pada proses remelting aluminium dari barang bekas.

LANDASAN TEORI

Cetakan

Cetakan adalah suatu alat yang digunakan sebagai tempat cairan logam yang akan dibentuk oleh model. Pembuatan cetakan dalam proses pengecoran merupakan hal yang sangat penting dan harus sesuai dengan modelnya masing-masing.

Menurut Suhardi (1987: 35), untuk jenis cetakan ditinjau dari bahan cetakan yang dipakai dibagi menjadi dua yaitu cetakan pasir dan cetakan logam.

1) Cetakan Pasir

Pengecoran dengan cetakan pasir adalah proses pengecoran dengan menggunakan pasir sebagai bahan yang digunakan untuk membuat cetakan.

Proses pengecoran ini merupakan suatu proses yang paling dikenal dan dipakai. Proses ini sendiri tidak lain adalah menuangkan logam cair ke rongga dari cetakan pasir, sehingga diperlukan bahan cetakan yang mampu menahan temperatur yang lebih tinggi dari temperatur logam yang dituangkan. Cetakan ini dibuat dengan jalan memadatkan pasir yang berupa pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung.

Klasifikasi cetakan pasir yaitu:

a) Cetakan pasir basah

Proses pembuatan cetakan pasir basah adalah dengan mencampur pasir dengan tanah liat dalam presentase yang diperlukan, namun kualitas yang superior biasanya dicapai ketika tanah liat berkualitas ditambahkan pada pasir kuarsa murni. Dengan 2% sampai dengan 3% air dan melalui pencampuran didapatkan campuran pasir yang sudah siap diubah dan dicetak. Kata “basah” dalam cetakan pasir basah berarti pasir cetak itu masih cukup mengandung air atau lembab ketika logam cair dituangkan ke cetakan itu.

b) Cetakan pasir kering

Cetakan pasir kering, dibuat dengan menggunakan bahan pengikat tanah liat, kemudian

cetakan dikeringkan dalam sebuah oven atau dengan bantuan panas lain sehingga cetakan benar-benar kering. Pengeringan cetakan dalam oven dapat memperkuat cetakan dan mengerasakan permukaan rongga cetakan.

Cetakan pasir kering menghasilkan benda-benda coran yang sangat bersih dan sedikit gas yang dihasilkan. Hal ini merupakan suatu metode yang lebih aman, terutama pada pengecoran dengan suhu yang lebih tinggi.

2) Cetakan Permanen atau Cetakan Logam

Pengecoran dalam cetakan logam dilaksanakan dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan logam seperti pada cetakan pasir (Tata Surdia dan Kenji Chijiwa, 1976: 248). cair selama atau setelah penuangan.

Bahan cetakan terutama dipakai besi cor, namun paduan baja paling banyak digunakan. Cara ini dapat membuat coran yang mempunyai ketelitian dan kualitas yang tinggi. Akan tetapi, biaya pembuatan cetakan adalah tinggi sehingga apabila umur cetakan itu dibuat panjang, baru produksi yang ekonomis mungkin dilaksanakan.

Cetakan logam merupakan cetakan yang dapat memberikan hasil coran dengan ketelitian ukuran coran

yang sangat baik kalau dibanding pengecoran dengan cetakan pasir dan memiliki permukaan coran yang halus, menghasilkan struktur yang rapat serta sifat mekanis dan sifat tahan tekanan yang sangat baik.

Secara metalurgi pengaruh pendinginan cetakan logam menghasilkan logam coran dengan butir-butir yang halus, sehingga memberikan kekuatan maksimum. Hal ini karena semakin cepat pendinginannya maka semakin halus butir kristal *dendrite*, sehingga semakin kuat baik kekerasan maupun kekuatan tariknya. Kekurangan dari cetakan logam adalah tidak sesuai dengan jumlah produksi yang kecil karena biaya produksi yang mahal, sukar untuk membuat coran yang berbentuk rumit, pembuatan cetakan logam sukar dan mahal, ukuran benda kerja terbatas, serta tidak dapat dipakai untuk pengecoran baja.

Dry cell

Baterai kering adalah suatu sumber energi listrik yang diperoleh dengan konversi langsung dari energi kimia dan memiliki elektrolit yang tidak dapat tumpah, dan dapat dipakai dalam segala posisi.

Baterai adalah perangkat yang mampu menghasilkan tegangan DC, yaitu

dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung di dalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektro kimia, Redoks (Reduksi–Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Komposisi yang terkandung dalam baterai kering dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Kandungan Serbuk *Dry cell* Bekas

Hasil Penelitian Kandungan Serbuk <i>Dry cell</i> Bekas		
No.	Kandungan	Jumlah
1	NH ₄ Cl	5,95 % berat
2	NH ₃	0,25 % berat
3	MnO ₂	7,86 % berat
4	MnO ₂ O ₃	62,28 % berat
5	Zn	0,18 % berat
6	C	2,76 % berat
7	ZnCl ₂	15,6 % berat
8	H ₂ O	4,85 % berat

Aluminium (Al)

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik . Untuk meningkatkan kekuatan mekanik aluminium digunakan dan fisisnya, aluminium sering digunakan dalam bentuk paduan seperti dengan menambahkan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, dan Ni. Secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang

luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi.

Aluminium banyak digunakan secara luas sebagai bahan industri, juga dalam industri pengecoran logam. Aluminium merupakan logam *non ferro* yang memiliki ketahanan korosi yang baik serta sebagai penghantar panas dan listrik yang baik pula. Dalam bidang teknik aluminium memiliki kelemahan yaitu kekerasan, batas cair dan regangannya rendah, sehingga menyebabkan aluminium murni tidak dapat dipakai sebagai bahan konstruksi. Pembuatan aluminium paduan merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kelemahan tersebut.

Salah satunya paduan Al-Si. Paduan Al-Si ditemukan oleh A. Pacz tahun 1921. Paduan Al-Si yang telah diperlakukan panas dinamakan Silumin. Sifat – sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Paduan Al-Si umumnya dipakai dengan 0,15% sampai dengan 0,4%Mn dan 0,5 % Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan (*solution heat treatment*), *quenching*, dan *aging* dinamakan *silumin* γ , dan yang hanya mendapat perlakuan *aging* saja dinamakan silumin β . Paduan Al-Si yang memerlukan perlakuan panas ditambah dengan Mg , Cu dan Ni untuk memberikan kekerasan pada

saat panas. (Tata Surdia dan Saito Shinroku, 1992).

Remelting

Bahan baku pengecoran pada industri kecil tidak selamanya menggunakan bahan murni (aluminium ingot), tetapi menggunakan aluminium skrap atau *reject materials* dari pengecoran sebelumnya. Proses peleburan logam yang sebelumnya pernah dicor dinamakan *remelting*. *Remelting* merupakan salah satu metode pengecoran daur ulang dengan melebur kembali material logam yang telah ada. Keuntungan dari *remelting* ini diantaranya harganya yang relatif murah dan dapat dilakukan oleh industri meskipun hanya skala *home industry*. *Reject materials* juga lebih efisien memanfaatkan bahan aluminium yang telah ada. Hasilnya tidak sebagus pengecoran dengan bahan murni namun masih dapat digunakan untuk benda coran yang mendapat perlakuan gaya yang tidak begitu besar. Untuk benda coran pelek misalnya, dalam penggunaannya sering mendapatkan beban kejut.

Peleburan aluminium paduan dengan metode *remelting* dapat dilakukan di dalam dapur kowi karena aluminium mempunyai titik lebur yang tidak terlalu tinggi. Untuk menghemat waktu peleburan dan mengurangi kehilangan karena oksidasi, maka perlu dilakukan

pemotongan logam menjadi potongan kecil yang diberi panas mula.

Porositas

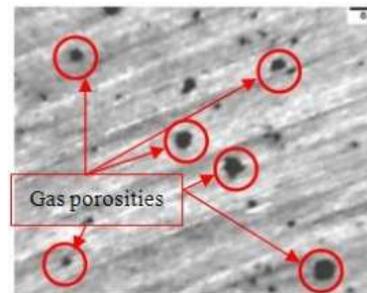
Porositas merupakan cacat produk cor yang dapat menurunkan kualitas hasil coran. Salah satu penyebab terjadinya porositas pada penuangan Aluminium adalah perbedaan suhu yang sangat tinggi antara cetakan dengan logam cair yang dituang. Proses pembekuan diawali pada bagian logam cair yang lebih dahulu mengenai dinding cetakan. Hal ini diakibatkan oleh suhu dinding cetakan yang sangat rendah dibandingkan dengan suhu logam cair. Pembekuan yang cepat dan proses pendinginan yang tidak merata mengakibatkan sejumlah gas terperangkap, sehingga terbentuk pori. Porositas oleh gas dalam benda cetak paduan aluminium silikon akan memberikan pengaruh yang buruk pada kesempurnaan dan kekuatan dari benda tuang tersebut.

Cacat ini dapat dihindari dengan penuangan logam yang cukup temperturnya, mengontrol jumlah gas yang dihasilkan oleh material (pengurangan unsur Si dan P akan sangat membantu), dan pemberian *degasser*. Cacat porositas yang terjadi pada pengecoran logam yaitu:

1) Cacat Porositas Gas

Davis (1988) menyatakan, “Cacat porositas gas disebabkan karena

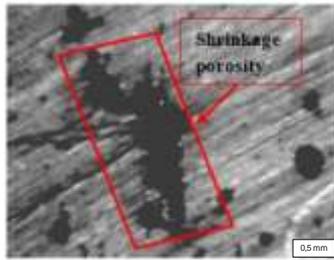
adanya pembentukan gas ketika logam cair dituangkan. Cacat porositas gas berbentuk bulat akibat tekanan gas ini pada proses pembekuan” (hlm. 457). Ukuran cacat porositas gas sebesar ± 2 mm sampai 3 mm, lebih kecil bila dibandingkan dengan cacat porositas *shrinkage*. Bentuk cacat gas seperti yang terlihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Cacat Porositas Gas

2) Cacat Porositas *Shrinkage*

Cacat porositas *shrinkage* mempunyai bentuk yang tidak bulat (*irregular*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Ukurannya lebih besar jika dibandingkan dengan cacat porositas gas. Penyebab adanya cacat porositas *shrinkage* adalah adanya gas hidrogen yang terserap dalam logam cair selama proses penuangan, gas yang terbawa dalam logam cair selama proses peleburan, dan pencairan yang terlalu lama.



Gambar 2. Cacat Porositas *Shrinkage*

Piston

Piston yang dalam bahasa Indonesia dikenal dengan istilah torak adalah komponen penting dalam kendaraan bermotor, karena piston memegang peranan penting dalam proses pembakaran dalam ruang bakar. Material untuk piston merupakan material dengan spesifikasi khusus dan biasanya digunakan bijih aluminium untuk membuat paduannya.

Piston bekerja tanpa henti selama mesin hidup. Komponen ini menerima temperatur dan tekanan tinggi sehingga mutlak harus memiliki daya tahan tinggi. Oleh karena itu, pabrikan kini lebih memilih paduan aluminium silikon (Al-Si). Paduan ini diyakini mampu meradiasikan panas yang lebih efisien dibanding material lainnya, karena paduan ini memiliki daya tahan terhadap korosi dan abrasi, koefisien pemuaian yang rendah, dan juga mempunyai kekuatan yang tinggi.

Sementara penyebab utama kerusakan komponen ini adalah ausnya piston yang disebabkan oleh kurang disiplinnya pemakai kendaraan dalam

merawat kendaraan terutama dalam pengecekan oli mesin. Jika oli mesin di bawah standar volume yang harus dipenuhi maka piston akan mudah aus karena pelumasannya kurang. Piston yang mengalami kerusakan pada akhirnya tidak dapat bekerja sesuai fungsinya sehingga akan menjadi limbah. Untuk mengurangi penggunaan logam aluminium maka limbah piston bekas tersebut dapat dimanfaatkan dengan cara mendaur ulang (*remelting*).

METODOLOGI PENELITIAN

Material penelitian merupakan bahan atau objek yang diteliti untuk diambil datanya.

1. Piston Bekas

Piston bekas merupakan salah satu komponen dalam suatu kendaraan bermotor yang sudah tidak dipakai sebagaimana fungsinya. Dalam penelitian ini, menggunakan piston bekas sepeda motor seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Piston Bekas

2. *Dry cell*

Dry cell yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan *dry cell*

bekas tipe R 20 seperti pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. *Dry cell*

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Dapur Kowi

Dapur ini menggunakan dapur sistem kowi, yaitu dapur yang terbuka dengan bahan bakar yang tidak tertutup. Bahan bakar dapur ini menggunakan arang kayu. Dapur peleburan dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Dapur Kowi

2. Ladle

Ladle adalah alat bantu untuk mengambil logam cair dari tungku dan menuangkan cairan logam ke dalam cetakan. Bahan untuk membuatnya dari *stainless steel* atau baja. Alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. *Ladle*

3. Termometer Digital

Termometer digital seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah digunakan untuk mengetahui suhu aluminium cair pada proses peleburan. Termometer digital yang digunakan adalah termometer digital dengan dual input KRISBOW tipe KW06-283. Termometer digital ini mampu mengukur suhu -500C sampai dengan 13000C.



Gambar 7. Termometer Digital

4. Temperature Probe

Temperature probe adalah kabel untuk mendeteksi suhu aluminium cair yang dihubungkan dengan termometer digital. Alat ini merupakan bagian dari termometer digital sebagai kabel input. Gambar temperatur probe pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Temperature Probe

5. Cetakan

Pada penelitian ini cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir basah, cetakan pasir kering dan cetakan logam.

6. Timbangan Digital

Timbangan digital yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gr dan beban maksimal penimbangan 500gr. Gambar timbangan dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini:



Gambar 9. Timbangan Digital

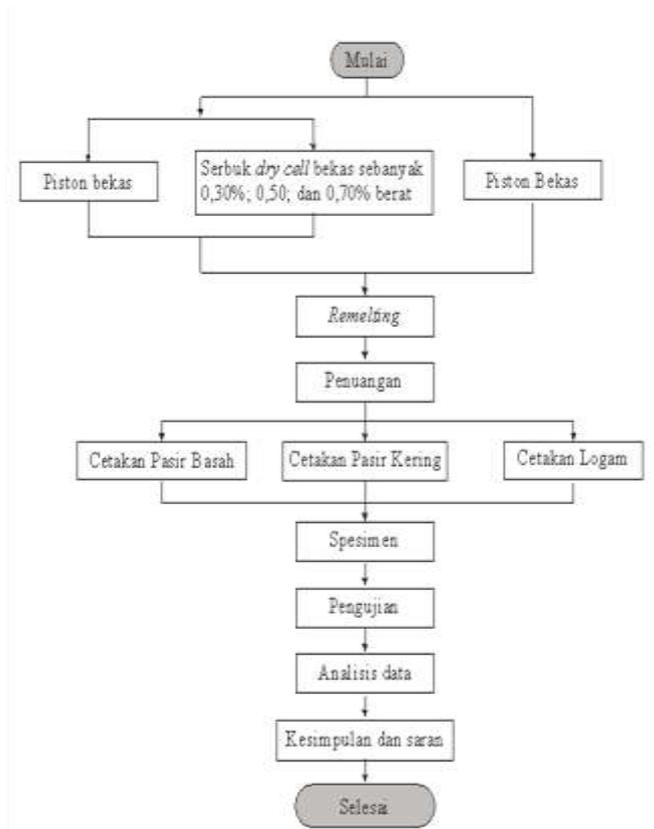
7. Kamera

Kamera yang digunakan pada penelitian ini adalah Canon EOS 60D seperti pada Gambar 10 di bawah ini. Kamera digunakan untuk pengambilan foto makro permukaan 9specimen Al-Si hasil *remelting*. Hasil foto makro permukaan tersebut digunakan untuk mendukung dalam menganalisis porositas.



Gambar 10. Canon EOS 60D

Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini:



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian

1. Persiapan Bahan

Persiapan bahan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 berikut ini:

Tabel 2. Jumlah berat *Dry cell*

Persentase Penambahan <i>Dry Cell</i>	Jumlah Berat <i>Dry Cell</i> (gr)
0% x 800 gr Al	0
0,30% x 800 gr Al	2,4
0,50% x 800 gr Al	4,0
0,70% x 800 gr Al	5,6
Berat Total =	12

Tabel 3. Jumlah Al (gr)

Persentase Penambahan <i>Dry Cell</i>	Jumlah Berat Al (gr)
0%	800
0,30%	800
0,50%	800
0,70%	800
Berat Total Al =	3200

2. *Remelting*

Proses *remelting* adalah kegiatan melebur kembali bahan yang pernah dilebur, dalam hal ini piston bekas sebagai bahannya. Langkah-langkah proses *remelting* adalah:

- Piston bekas yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam kowi.
- Memasukkan bahan bakar. Dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar padat yaitu sejenis arang kayu. Api dinyalakan dan bagian atas kowi ditutup agar panas yang dihasilkan oleh pembakaran arang kayu dapat dipakai secara optimal untuk memanaskan logam aluminium.
- Piston bekas dilebur $\pm \frac{1}{2}$ jam dan bersamaan dengan proses tersebut kipas angin dinyalakan. Jika bahan bakar berangsur-angsur habis maka segera ditambahkan bahan bakar untuk menghindari penurunan temperatur pembakaran. Temperatur diperiksa dengan bantuan termometer digital. Hal ini dilakukan agar aluminium yang dilebur benar-benar melebur sesuai pada titik didihnya.

- Saat akan menuju temperatur yang dikehendaki, aluminium dibersihkan dari kotoran atau *slag*.
- Saat aluminium dari piston bekas telah mencapai suhu yang dikehendaki (660°C), dilakukan penambahan serbuk *dry cell* bekas dengan tiap-tiap persentase yang sudah ditentukan.
- Aluminium dibersihkan dari kotoran atau *slag*.
- Langkah selanjutnya adalah mematikan kipas angin, sehingga proses *remelting* aluminium dari piston bekas telah selesai.

3. Pembuatan Cetakan

a. Cetakan Pasir Basah

Cetakan ini dibuat dengan bahan pasir cetak dengan bahan pengikat tanah liat sebagai bahan pengikatnya. Cetakan dibuat dengan ukuran seperti pada ukuran spesimen uji yaitu 30 mm x 30 mm x 10 mm dan diberi toleransi ukuran perhitungan penyusutan sebesar 1mm.

b. Cetakan Pasir Kering

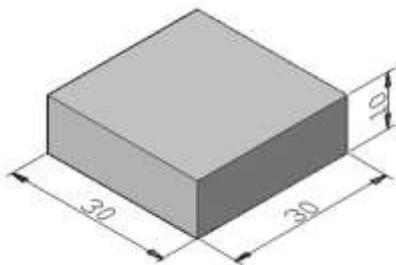
Cetakan pasir kering proses pembuatannya sama dengan cetakan pasir basah. Perbedaan antara pasir kering dengan pasir basah adalah pasir kering sebelum digunakan dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan kompor atau bantuan panas matahari. Ukurannya sama dengan cetakan pasir basah.

c. Cetakan Logam

Cetakan logam dibuat dengan bahan plat besi dengan ketebalan 6 sampai dengan 8 mm. Proses pembuatan cetakan logam ini dengan menggunakan las untuk membentuknya.

4. Spesimen Uji

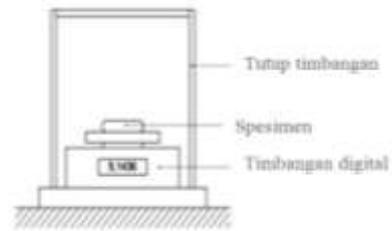
Spesimen berbentuk balok, dengan ukuran 30 mm x 30 mm x 10 mm seperti yang terlihat pada gambar 3.4. Pada masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali replikasi (r = 3).



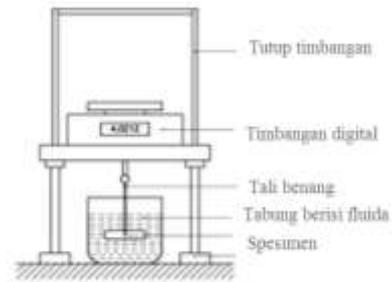
Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

5. Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan analisis data deskriptif analitis. Data-data untuk menghitung porositas diperoleh melalui penimbangan spesimen, perhitungan porositas dan pengambilan foto makro tiap spesimen. Proses penimbangan spesimen dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14 berikut:



Gambar 13. Penimbangan Spesimen di Udara



Gambar 14. Penimbangan Spesimen di Air

Setelah proses penimbangan selesai, diperoleh data berat tiap spesimen yang nantinya digunakan untuk menghitung porositas. Berikut ini perhitungan untuk menghitung porositas:

$$\rho_m = \frac{W_{udara}}{(W_{udara} - W_{air})} \times \rho_{air}$$

(Boursoum, 1997)

Keterangan:

ρ_m = densitas *measurement* (gr/m³)

W_{udara} = berat spesimen di udara (gr)

W_{air} = berat spesimen di air (gr)

$$P = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho_{th}}\right) \times 100\%$$

(Bhusan, R.K, 2009)

Keterangan:

P = Porositas

ρ_m = densitas *measurement* (gr/m³)

ρ_{th} = densitas teoritis (gr/m³)

Pengambilan foto makro dilakukan setelah porses penimbangan selesai. Hasil foto makro digunakan untuk mendukung dalam menganalisis porositas.

Data-data yang terkumpul dalam proses penelitian, kemudian dianalisis dengan cara melukiskan,

membandingkan dan merangkum pengamatan dari penelitian yang dilakukan, sehingga diperoleh data porositas maksimal dan porositas minimal.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian porositas terlihat pada Tabel 4., Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini:

Tabel 4. Porositas Cetakan Pasir Basah

CETAKAN PASIR BASAH								
No.	Penambahan Serbuk Dry Cell	R	W udara	W air	ρ_m (gr/cm ³)	ρ_{th} (gr/cm ³)	Porositas (P) %	Porositas Rata-rata (P) %
1	0%	1	31,053	19,260	2,633	2,650	0,6415	0,7044
		2	33,337	20,678	2,633	2,650	0,6415	
		3	32,569	20,178	2,628	2,650	0,8301	
2	0,30%	1	25,919	15,966	2,604	2,650	1,7358	1,7233
		2	29,858	18,411	2,603	2,650	1,7736	
		3	29,247	18,022	2,606	2,650	1,6604	
3	0,50%	1	28,036	17,124	2,569	2,650	3,0566	3,1447
		2	28,107	17,123	2,558	2,650	3,4717	
		3	28,157	17,215	2,573	2,650	2,9057	
4	0,70%	1	22,336	13,810	2,620	2,650	1,1321	0,6667
		2	23,788	14,788	2,643	2,650	0,2642	
		3	24,467	15,178	2,634	2,650	0,6038	

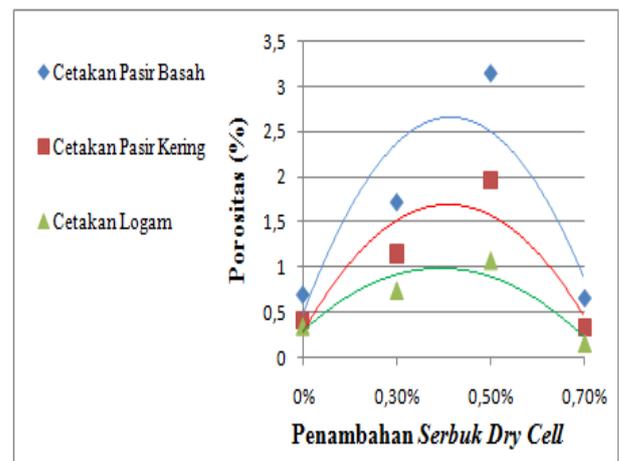
Tabel 5. Porositas Cetakan Pasir Kering

CETAKAN PASIR KERING								
No.	Penambahan Serbuk Dry Cell	R	W udara	W air	ρ_m (gr/cm ³)	ρ_{th} (gr/cm ³)	Porositas (P) %	Porositas Rata-rata (P) %
1	0%	1	28,338	17,584	2,635	2,650	0,5660	0,4151
		2	25,724	16,001	2,645	2,650	0,1887	
		3	25,132	15,602	2,637	2,650	0,4905	
2	0,30%	1	21,899	13,553	2,620	2,650	1,1321	1,1447
		2	26,928	16,658	2,622	2,650	1,0566	
		3	28,736	17,757	2,617	2,650	1,2453	
3	0,50%	1	22,985	14,160	2,604	2,650	1,7358	1,9509
		2	24,299	14,871	2,577	2,650	2,7547	
		3	23,969	16,589	2,598	2,650	1,9623	
4	0,70%	1	22,836	14,196	2,643	2,650	0,2641	0,3377
		2	22,020	13,673	2,638	2,650	0,4528	
		3	23,158	14,383	2,639	2,650	0,4151	

Tabel 6. Porositas Cetakan Logam

CETAKAN LOGAM								
No.	Penambahan Serbuk Dry Cell	R	W udara	W air	ρ_m (gr/cm ³)	ρ_{th} (gr/cm ³)	Porositas (P) %	Porositas Rata-rata (P) %
1	0%	1	28,547	17,738	2,641	2,650	0,3396	0,3521
		2	28,193	17,526	2,643	2,650	0,2641	
		3	27,773	17,245	2,638	2,650	0,4528	
2	0,30%	1	25,299	15,787	2,633	2,650	0,6415	0,7421
		2	26,538	16,556	2,627	2,650	0,8679	
		3	25,011	15,505	2,631	2,650	0,7170	
3	0,50%	1	26,781	16,575	2,624	2,650	0,9811	1,0692
		2	26,897	16,627	2,619	2,650	1,1698	
		3	29,021	17,956	2,622	2,650	1,0566	
4	0,70%	1	26,687	16,586	2,642	2,650	0,3019	0,1635
		2	27,210	16,931	2,647	2,650	0,1132	
		3	27,085	16,857	2,648	2,650	0,0754	

Berdasarkan tabel perhitungan porositas pada cetakan pasir basah, cetakan pasir kering dan cetakan logam di atas dapat diketahui bahwa ada perbedaan nilai porositas setiap penambahan serbuk *dry cell*. Pada penambahan serbuk *dry cell* sebesar 0%; 0,30%; 0,50% terjadi peningkatan nilai porositas, tetapi pada penambahan serbuk *dry cell* sebesar 0,70% terjadi penurunan nilai porositas. Penurunan nilai porositas tersebut merupakan nilai porositas yang paling rendah di antara variasi penambahan serbuk *dry cell*. Nilai porositas tertinggi terjadi pada penambahan serbuk *dry cell* sebesar 0,50%. Untuk lebih jelasnya kenaikan dan penurunan nilai porositas dapat dilihat pada Gambar 15 berikut:



Gambar 15. Hubungan Penambahan Serbuk *Dry cell* terhadap Porositas

Berdasarkan data di atas penambahan serbuk *dry cell* sebanyak 0,30% dan 0,50% menyebabkan peningkatan porositas baik pada cetakan pasir basah, cetakan pasir kering dan cetakan logam. Hal ini disebabkan karena serbuk *dry cell* bekas cenderung berperan sebagai *fluxing* berupa *hygroscopic flux* yang lembab dan berfungsi sebagai

pengikatan pengotor menjadi *slag*. *Hygroscopic flux* yang lembab menghasilkan penyerapan hidrogen dalam leburan hasil dekomposisi air.

Pada penambahan serbuk *dry cell* sebesar 0,70% terjadi penurunan porositas yang cukup signifikan. Unsur Mn merupakan sumber terpenting dalam pembentukan *slag*. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Elvis (2010), penurunan porositas pada penelitian ini disebabkan oleh kemampuan Mangan (Mn) untuk menetralkan penyusutan dan kontraksi panas (deformasi) selama proses pembekuan. Selama pembekuan terjadi proses pengisian dimana Mn akan melingkungi butir dendrit dan bersirkulasi ke semua sistem struktur. Bagian dari struktur yang tidak terisi atau dialiri Mn akan muncul sebagai porositas.

Berdasarkan pengamatan foto makro semua spesimen, dapat dibandingkan bahwa di antara cetakan pasir basah, cetakan pasir kering dan cetakan logam, spesimen pada cetakan logamlah yang menghasilkan permukaan coran paling halus. Cetakan logam mempunyai karakteristik permukaan cetakan yang halus dan memiliki kecepatan pendinginan yang lebih cepat dibandingkan dengan cetakan pasir, sehingga menghasilkan bentuk struktur yang lebih halus. Cetakan logam menghasilkan distribusi fasa Al-Si yang

lebih merata dengan struktur butiran yang lebih halus dan merata. Pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir menghasilkan distribusi dan fasa Al-Si yang cenderung lebih besar dan jarak antar butirannya meregang.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh jenis cetakan dan penambahan serbuk *dry cell* bekas terhadap porositas hasil *remelting* Al-Si berbasis piston bekas yang telah diuraikan pada BAB IV dengan mengacu pada perumusan masalah, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Berdasarkan pengamatan foto makro pada semua spesimen menunjukkan bahwa pengecoran cetakan logam yang dapat menghasilkan coran dengan permukaan halus, sedangkan pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir basah menghasilkan coran dengan permukaan yang paling kasar. Dari penambahan serbuk *dry cell* bekas yang menghasilkan coran dengan porositas terendah adalah 0,70% berat dan yang menghasilkan coran dengan porositas tertinggi adalah penambahan serbuk *dry cell* bekas sebanyak 0,50% berat.
- b. Penggunaan cetakan dan penambahan serbuk *dry cell* bekas yang paling

optimal untuk menghasilkan hasil coran dengan porositas terendah adalah dengan menggunakan cetakan logam dan penambahan serbuk *dry cell* bekas sebanyak 0,70% berat.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan implikasi yang ditimbulkan, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

- a. Adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik lain misalnya kekerasan, kekasaran dan keausannya, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih lengkap.
- b. Adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan *remelting* lainnya seperti tembaga, perunggu dan logam aluminium paduan lainnya.
- c. Serbuk *dry cell* dapat digunakan sebagai bahan *degasser* pada poses pembuatan piston dari bahan piston bekas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adril, Elvis. (2010). *Pengaruh Penambahan Mangan terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075*. POLI REKAYASA Volume 6, Nomor 1, Oktober 2010
- ASM International. (2004). *Aluminum-Silicon Casting Alloys*. Atlas of Microfractographs (#06993G)
- Bhusan, R.K. (2009). *Optimisation of Porosity of 7075 Al Alloy 10 % SiC Composite Produced by Stir Casting Process through Taguchi Method*. Int. J. Material Engineering Innovation, Vol. 1, No. 1, 2009.
- Boursoum, M.W. (1997). *Fundamental of Ceramic*. Mc. Graw Hill Companies, New York, USA.
- Masyrukan. (2010). *Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Aluminium (Al) Paduan Daur Ulang dengan Menggunakan Cetakan Logam dan Cetakan Pasir*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Media Mesin Vol. 11, No. 1, Januari 2010, 1 – 7.
- Smith, F. William. (1995). *Material Science and Engineering. (second edition)*. New York: Mc Graw- Hill inc.
- Suhardi. (1987). *Ilmu Bahan (Buku Pegangan Kuliah)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. (1992). *Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi kedua)*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wirasmara, Agita. (2006). *Pengaruh Penambahan Serbuk Baterai Bekas pada Pengecoran Al dengan Cetakan Pasir*. Universitas Kristen Semarang.

