

Studi Banding Pemakaian Pasir Bekas dan Pasir Baru terhadap Karakteristik Cetakan CO₂- Process

Pradoto Ambardi⁽¹⁾, Herna Mulyana⁽²⁾, dan Moh. Adi Ganjar⁽³⁾

(1⁽¹⁾) Dosen tetap Jurusan Teknik Metalurgi UNJANI

(2⁽²⁾) Dosen tetap Jurusan Teknik Metalurgi UNJANI

(3⁽³⁾) Alumni Teknik Metalurgi UNJANI Angkatan 2008

Abstrak

Didalam Industri pengecoran logam, pasir cetakan CO₂-process hanya digunakan untuk sekali pakai. Hal tersebut menyebabkan jumlah pasir bekas menjadi sangat banyak dan akan mencemari lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diupayakan adanya proses reklamasi terhadap pasir bekas cetakan CO₂. Oleh karena itu pada kesempatan ini dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui karakteristik cetakan cetakan CO₂ yang menggunakan pasir bekas dan pasir baru dengan variasi jumlah bahan pengikat sebanyak 3, 4, dan 5% dari berat pasir.

Permukaan cetakan yang dihasilkan dari pemakaian pasir bekas juga terlihat lebih kasar dibandingkan dengan pasir baru karena ukuran rata-rata butir pasir bekas (0,4 mm) lebih besar dibandingkan dengan pasir baru (0,27 mm). Peningkatan kandungan waterglass menyebabkan kekuatan cetakan pasir bekas maupun pasir baru meningkat, tetapi permeabilitas cetakan menjadi turun. Permeabilitas dan kekuatan tekan yang dihasilkan dari pemakaian pasir bekas jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan pasir baru.

Kata Kunci : Cetakan CO₂, waterglass, permeabilitas, jembatan ikat

1.1. Pendahuluan

Pembuatan cetakan CO₂ – process yang termasuk dalam *sodium silicate process* telah lama digunakan dalam industri pengecoran logam, khususnya untuk pembuatan inti. Keuntungan dari proses tersebut antara lain adalah tidak menghasilkan gas atau uap sehingga tidak berbahaya, cocok digunakan untuk produksi massal, bahan pengikat yang digunakan tidak berbau serta tidak mudah terbakar, dan dapat digunakan untuk semua jenis pasir.

Pengerasan pada cetakan CO₂-process terjadi akibat reaksi antara sodium silikat yang berfungsi sebagai bahan pengikat dengan gas CO₂ untuk membentuk silika gel di permukaan butiran pasir. Lapisan bahan pengikat tersebut tidak mudah terbakar atau terdekomposisi pada saat dilakukan penuangan logam cair, bahkan membentuk lapisan sodium silicate gel yang menyebabkan daya ikat antar butir pasir menjadi sangat kuat.

Pembuatan cetakan CO_2 – process yang termasuk dalam *sodium silicate process* telah lama digunakan dalam industri pengecoran logam, khususnya untuk pembuatan inti. Keuntungan dari proses tersebut antara lain adalah tidak menghasilkan gas atau uap sehingga tidak berbahaya, cocok digunakan untuk produksi massal, bahan pengikat yang digunakan tidak berbau serta tidak mudah terbakar, dan dapat digunakan untuk semua jenis pasir.

Pengerasan pada cetakan CO_2 -process terjadi akibat reaksi antara sodium silikat yang berfungsi sebagai bahan pengikat dengan gas CO_2 untuk membentuk silika gel di permukaan butiran pasir. Lapisan bahan pengikat tersebut tidak mudah terbakar atau terdekomposisi pada saat dilakukan penuangan logam cair, bahkan membentuk lapisan sodium silicate gel yang menyebabkan daya ikat antar butir pasir menjadi sangat kuat.

Hal ini menyebabkan mampu ambruk cetakan menjadi rendah dan pasir bekas cetakan CO_2 -process menjadi sulit untuk direklamasi atau digunakan kembali menjadi cetakan. Kondisi tersebut menyebabkan biaya produksi untuk pembuatan suatu produk menjadi cukup tinggi dan akan mencemari lingkungan karena pasir hanya digunakan untuk sekali pakai.

Untuk mengungkap penyebab tidak digunakannya lagi pasir bekas sebagai cetakan maka perlu dilakukan kajian mengenai karakteristik cetakan yang dihasilkan dari pemakaian kembali (*reusing*) pasir bekas cetakan tersebut.

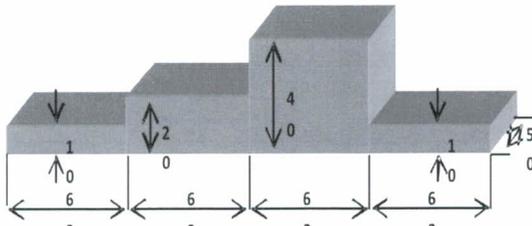
Penelitian ini bertujuan untuk memahami karakteristik pasir bekas dan cetakan CO_2 -process. Dalam hal ini pemahaman lebih difokuskan pada karakteristik cetakan baik yang menggunakan pasir baru maupun yang menggunakan pasir bekas disertai dengan tinjauan mengenai mekanisme ikatan butir pasir yang terjadi.

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar pemikiran akan perlunya reklamasi terhadap limbah pasir bekas cetakan CO_2 -process serta menentukan metode yang sesuai untuk melakukan reklamasi sehingga dapat mengurangi limbah industri pengecoran logam dan memberikan nilai efisiensi yang cukup tinggi untuk menghasilkan suatu produk cor.

2. METODE PENELITIAN

Pasir bekas yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pasir bekas cetakan CO_2 -process. Pembuatan cetakan CO_2 baik yang menggunakan pasir baru maupun pasir bekas dilakukan dengan memvariasikan jumlah bahan pengikat (waterglass yang memiliki modulus 2,5) sebanyak 3%, 4%, dan 5% kemudian diaduk dengan mixer selama 10 menit. Pengerasan cetakan dilakukan melalui peniupan gas CO_2 dengan tekanan 1,2 kgf/cm².

Bentuk dan dimensi pola yang digunakan untuk pembuatan cetakan dapat dilihat dalam Gambar 1. Pola memiliki beberapa bagian dengan dimensi yang berbeda-beda sehingga memungkinkan untuk mengetahui perbedaan karakteristik cetakan yang dibuat dari pasir baru dan pasir bekas terhadap kualitas produk cor yang dihasilkan.



(a) Bentuk dan dimensi pola yang digunakan



(b) Rangkaian sistem saluran untuk menghasilkan produk cor

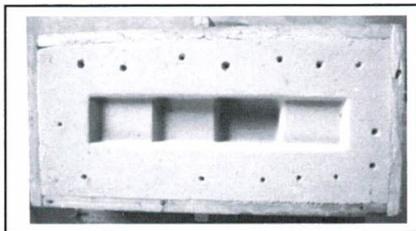
Pengujian permeabilitas pasir cetak dan kekuatan tekan basah cetakan dilakukan sebanyak tiga kali untuk semua spesimen yang kemudian diambil nilai rata-ratanya. Spesimen uji kedua pengujian tersebut berbentuk silinder pejal ukuran 50 mm x 50 mm yang dihasilkan dari mesin *sand ramming* dengan jumlah pemadatan sebanyak 5 kali.

Pengujian besar butir pasir dilakukan untuk mengetahui ukuran butir rata-rata (Average grain size) AGS dari pasir baru maupun pasir bekas yang digunakan untuk pembuatan cetakan. Pengujian tersebut disesuaikan dengan standard DIN-4188 menggunakan *Ro-Tap Sieve Shaker machine*.

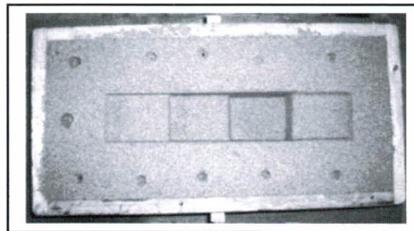
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Visualisasi Cetakan

Permukaan cetakan *CO₂-process* seperti yang tampak dalam Gambar 2. memperlihatkan bahwa cetakan yang menggunakan pasir bekas memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan yang menggunakan pasir baru. Hal ini disebabkan karena besar butir rata-rata pasir bekas (0,4 mm) lebih besar dibandingkan dengan pasir baru (0,27 mm).



(a)



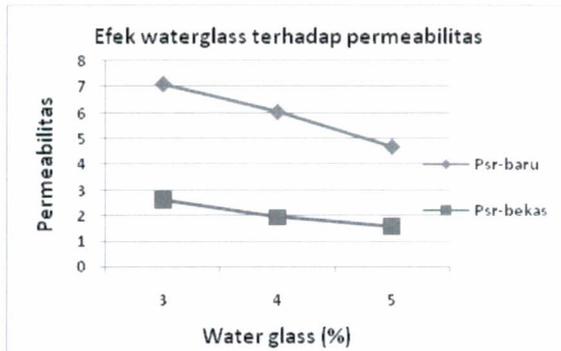
(b)

Gambar 2. (a) Permukaan cetakan *CO₂-process* yang menggunakan pasir baru.
(b) Permukaan cetakan yang menggunakan pasir bekas

Meningkatnya ukuran butir rata-rata pasir (*Average Grain Size, AGS*) setelah digunakan sebagai cetakan disebabkan oleh adanya lapisan silika gel yang terbentuk pada pasir tersebut yang berasal dari reaksi antara *waterglass* dengan gas CO_2 pada saat pembuatan cetakan. Pemakaian ulang pasir bekas secara langsung sebagai cetakan tanpa reklamasi atau pencucian menyebabkan lapisan silika gel tidak dapat terlepas dari butiran pasir sehingga ukuran butir rata-rata pasir menjadi lebih besar.

3.2. Permeabilitas Pasir Cetak

Permeabilitas pasir cetak dapat diartikan sebagai kemampuan pasir cetak untuk dilalui oleh gas/udara. Selain dari bentuk pasir, besar butir pasir dan jumlah pemadatan, permeabilitas pasir juga dipengaruhi oleh jumlah bahan pengikat yang diberikan pada saat pembuatan cetakan. Gambar 3. memperlihatkan penurunan angka permeabilitas pasir cetak yang cukup signifikan akibat meningkatnya jumlah *waterglass*. Penurunan angka permeabilitas ini disebabkan karena *waterglass* selain melapisi permukaan butir pasir, juga mengisi ruang antara butir pasir. Hal ini berakibat semakin banyaknya *waterglass* yang diberikan, rongga antar butir pasir semakin tertutup sehingga permeabilitas menjadi turun.



Gambar 3.
Pengaruh kandungan *waterglass* terhadap permeabilitas pasir cetak baru dan bekas pada cetakan CO_2 -process bekas.

Pada kandungan *waterglass* yang sama, permeabilitas cetakan yang menggunakan pasir bekas jauh lebih rendah dibandingkan dengan pasir baru. Hal ini terjadi karena jika diakumulasikan jumlah total *waterglass* yang terkandung dalam pasir bekas menjadi lebih besar dibandingkan dengan pasir baru. Selain itu, sifat higroskopis (mudah menyerap air) dari silika gel yang telah terbentuk pada pasir bekas memungkinkan kandungan air pada pasir tersebut menjadi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan air yang ada dalam pasir baru.

Hubungan kadar air dan permeabilitas pasir cetak untuk komposisi bahan pengikat tertentu pada awalnya berangsur-angsur akan meningkatkan permeabilitas sampai titik maksimum dan selanjutnya akan menurunkan permeabilitas. Titik maksimum terjadi ketika butir-butir pasir dilapisi oleh *waterglass* pada ketebalan tertentu. Kelebihan kadar air menyebabkan viskositas bahan pengikat menjadi lebih rendah sehingga lebih mudah melapisi butir pasir dan mengisi rongga antar butir pasir. Hal ini mengakibatkan permeabilitas cetakan menjadi rendah.

3.3. Kekuatan Tekan Pasir Cetak.

Kekuatan pasir cetak sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan pengikat yang diberikan. Pada cetakan CO₂-process, waterglass berfungsi sebagai bahan pengikat dan dari Gambar 4. terlihat bahwa peningkatan jumlah waterglass pada pasir baru menyebabkan kekuatan pasir cetak meningkat. Kekuatan ikat antar butir pasir tersebut sangat dipengaruhi oleh gaya kohesi dari jembatan ikat (bonding-bridges) dan gaya adhesi di dalam rangkaian waterglass-permukaan butir pasir silica. Untuk menghasilkan gaya adhesi yang baik maka distribusi waterglass pada permukaan pasir harus merata dan ini akan lebih mudah dihasilkan jika cairan waterglass memiliki viskositas yang rendah. ntar butir pasir . Hal ini mengakibatkan permeabilitas cetakan menjadi rendah.



Gambar 4. Pengaruh kandungan waterglass terhadap Kekuatan tekanan pasir cetak baru dan bekas pada cetakan CO₂-process.

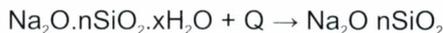
Walaupun viskositas *water glass* dengan modul 2,0 sampai 2,5 tidak mengalami perubahan yang signifikan pada temperatur 10 – 50 °C tetapi pada temperatur yang lebih tinggi, mampu kebasahan (*wettability*) waterglass pada permukaan butir pasir menjadi buruk⁽³⁾. Oleh karena itu masalah distribusi yang tepat dari *waterglass* pada permukaan butir pasir serta ikatan yang terjadi antara butir pasir dengan *waterglass* perlu dipertimbangkan lagi pada temperatur di atas 50 °C.

Peningkatan waterglass dari 3% sampai 5 % pada cetakan pasir baru menyebabkan lapisan *waterglass* pada permukaan pasir semakin merata sehingga baik gaya kohesi maupun adhesi yang terjadi pada cetakan akan semakin kuat. Hal tersebut menyebabkan kekuatan tekan pasir cetak meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah *waterglass* yang diberikan.

Gambar 4. juga memperlihatkan kekuatan tekan pasir cetak bekas yang jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan pasir baru. Hal ini terjadi karena pada saat peniupan gas CO₂ ke cetakan, terjadi reaksi antara *waterglass* dengan CO₂ untuk membentuk silika gel.



Menurut M. Stachowicz, et.all, pemanasan pada temperatur 110°C (*traditional dryer*) selama 120 menit menyebabkan terjadinya reaksi dehidrasi pada pasir cetak.

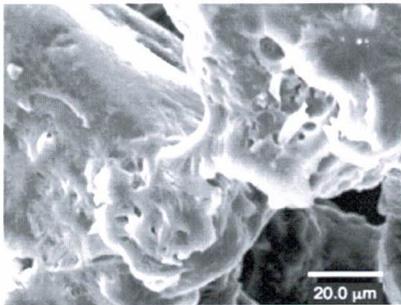


Dimana n dan x merupakan koefisien stokiometri.

Kondisi tersebut sebenarnya mirip dengan yang dialami oleh pasir bekas karena pasir bekas yang digunakan kembali sebagai cetakan adalah pasir yang tidak mengeras dan berada pada jarak minimal 3 cm dari permukaan produk. Temperatur maksimum yang dialami pasir bekas dalam penelitian ini kurang lebih 150°C sehingga proses dehidrasi pasir sangat mungkin terjadi.

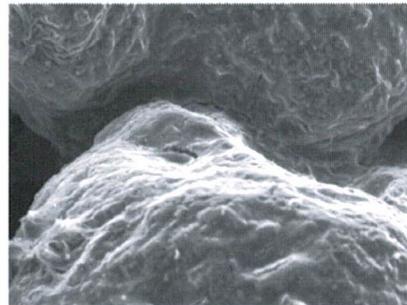
Tahapan-tahapan proses yang dialami pasir cetak dari reaksi pembentukan silika gel, dehidrasi, pembongkaran, bahkan sampai dengan penyerapan kembali uap air ke dalam cetakan (setelah cetakan mendingin) sangat memungkinkan untuk memberikan kontribusi pada pembentukan retakan di daerah jembatan ikat. Gambar 5. dan 6. memperlihatkan adanya pengelupasan bahan pengikat dan retakan yang cukup banyak di daerah jembatan ikat, baik yang bersifat adhesi (retakan antara butir pasir dengan *waterglass* yang telah mengeras) maupun kohesi (retakan yang terjadi diantara silika gel).

Retakan-retakan tersebut ada yang bersifat dangkal (hanya terjadi pada permukaan saja) tetapi ada juga yang menembus kedalam jembatan ikat dan menjalar sepanjang ikatan butir pasir. Retakan yang lain juga terlihat pada daerah yang memiliki konsentrasi *waterglass* tidak teratur dan juga pada lubang di permukaan butir pasir.



Gambar 5.

Retakan dan lubang di jembatan ikat yang terjadi karena dehidrasi dan penyusutan bahan pengikat pada cetakan CO₂-process²¹.



Gambar 6.

Retakan pada lapisan silika gel di daerah jembatan ikat hasil cetakan CO₂-process.

Penambahan kembali *waterglass* pada pasir bekas untuk pembuatan cetakan, tidak memungkinkan *waterglass* tersebut mengisi ruang yang ditimbulkan oleh retakan, mengingat viskositas *waterglass* yang digunakan relatif tinggi. Keadaan tersebut menyebabkan cetakan yang dibuat dari pasir bekas akan masih banyak mengandung retakan sehingga kekuatan cetakan pasir bekas menjadi jauh lebih rendah dari pada pasir baru.

4. KESIMPULAN

1. Angka kehalusan butir rata-rata pasir baru (0,27 mm) lebih kecil dibandingkan dengan pasir bekas (0,4 mm).
2. Pemakaian pasir bekas akan menghasilkan kontur permukaan cetakan CO₂-process menjadi kasar.
3. Peningkatan bahan pengikat *waterglass* dari 3 % - 5% menyebabkan permeabilitas cetakan menurun dan kekuatan tekan pasir cetak meningkat.
4. Untuk kandungan *waterglass* yang sama, permeabilitas dan kekuatan cetakan pasir bekas jauh lebih rendah dibandingkan dengan pasir baru.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subrata Chakrabarti., "CO2-Silicate molding process" ., ppt.,
2. K.C. Ng, H.T. Chua, C.Y. Chung, C.H. Loke, T. Kashiwagi, A.Akizawa, & B.B. Saha., "Experimental investigation of the silica gel – water adsorption isotherm characteristics. Applied thermal engineering, pergamon., 2001.
3. M. Stachowicz , K. Granat , D. Nowak , & K. Haimann., "Effect of hardening methods of moulding sands with water glass on structure of bonding bridges" ., Archives of foundry engineering-Volume 10., 2010
4. Foresco., "Silicate bonded molding sand" .,