

PROSES PEMBUATAN *SHELL MOLDING* DENGAN METODE *CRONING*

Zainuddin

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

RINGKASAN

Dari sekian banyak proses pengecoran yang telah berkembang di Indonesia, tentu perlu memilih jenis pengecoran, yang sesuai dengan kebutuhan. Cetakan yang menggunakan bahan dari pasir merupakan sistem yang paling murah diantara proses casting lainnya. Proses *Shell Molding* (cetakan kulit) adalah salah satu proses pelapisan butir-butir pasir secara thermo setting resin yang mengawetkan panas pada model. Pelapisan dilakukan pada setiap butiran pasir yang dipanaskan lebih kurang $250^{\circ}c$ dan model yang terbuat dari bahan baja atau besi cor yang juga dipanaskan sekitar $300^{\circ}c$. Maka terbentuklah “kulit pasir” dengan ketebalan 10-15mm. membentuk cetakan bagian atas dan bawah, karena pasir yang digunakan relatif halus maka produk casting mempunyai permukaan yang halus, dimensi-dimensi ukuran yang persisi. Jenis logam yang diproses tidak terbatas. Termasuk untuk baja karbon dan baja paduan. Hasil pengecoran umumnya digunakan untuk produk otomotif, permesinan dan lain-lain. Karena cetakan kulit mempunyai ketebalan yang terbatas, berat coran umumnya tidak lebih dari 150 kg.

Key words : *Shell Molding, Thermo Setting, Resin, Cetakan Logam, Pasir Cetak.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengecoran adalah suatu manufaktur yang paling tua didunia dan telah digunakan sekitar 4000 tahun yang lalu di daerah Mesir dan Babylon jauh sebelum teknologi berkembang (abad IX) di Eropa. Prosesnya adalah pembuatan benda kerja yang terbuat dari logam dengan cara mencairkan logam tersebut pada suhu tertentu dan dituangkan kedalam cetakan yang terbuat dari pasir, keramik maupun logam. Proses pencairan dan pembuatan cetakan merupakan proses yang berdiri sendiri, walaupun kedua komponen ini akan saling mempengaruhi. Jenis logam cair serta komposisi yang diproses akan sangat mempengaruhi sifat mekanis dari komponen yang dihasilkan, walaupun dengan proses heat-treatment sifat mekanis hasil coran masih dapat

diperbaiki. Perkembangan casting dari tahun ke tahun terus mengalami perkembangan dan kemajuan sesuai dengan perkembangan industri, cetakan pasir berkembang dari hanya menggunakan bahan pengikat BENTONIT telah berganti dengan penggunaan bahan pengikat kimia (FURAN dan PEP SET), yang lebih praktis dan lebih baik kualitasnya.

Menurut Campbell, John 1991, cairan logam panas dalam beberapa saat akan terjadi penurunan panasnya dan seterusnya akan mengeras. Ketahanan panas dari cairan logam tergantung dari :

- a. Cairan logam
- b. Pembekuan logam
- c. Logam – permukaan dalam cetakan

d. Cetakan

Hal – hal ini akan mempengaruhi ketahanan panas dari cairan logam. Untuk menuju ke rongga cetakan. Aliran terbuka dan larutan logam akan lebih cepat memindahkan panas dan mempercepat penurunan temperatur dari logam dengan drastis.

Jika cairan sebagian besar mengeluarkan panas dengan cepat dan penuangan mesti dilaksanakan dalam waktu yang singkat, sehingga memungkinkan rongga–rongga cetak yang jauh dari Basin dan yang sempit / tipis tidak terisi dan akan menimbulkan cacat–cacat pada coran. Seperti cacat misrun, cold shut. Aliran terbuka yang besar dapat juga mengakibatkan terkikisnya pasir cetak dan penetrasi cairan logam ke dalam pasir cetak sehingga menimbulkan permukaan coran menjadi kasar.

Dalam prakteknya ketahanan panas cairan logam ini selalu diabaikan sebagai contoh pada keadaan normal sekeliling cetakan tidak akan mempengaruhi pembekuan, namun dalam cetakan, panasnya hanya beberapa saat, coran mengeras pada bagian dalam (dendrit). Keseluruhan ini dapat disebabkan oleh karena jenis ketebalan cetakan yang bervariasi. Dinding cetakan dengan ketebalan yang berlapis, sensitif pada keadaan, kendati demikian coran dapat dibuat dengan proses *Croning Shell Mould*.

B. Perumusan Masalah

Banyak jenis proses pengecoran yang telah berkembang di Indonesia. Pemilihan dari proses pengecoran ini tentunya sesuai dengan kebutuhan dan ini sangat tergantung dari beberapa aspek dan kondisi. Memilih teknologi pengecoran yang tepat untuk suatu produk komponen logam perlu adanya berbagai pertimbangan dan kondisi sesuai dengan batasan – batasan yang dimiliki dari perencanaan antara lain : kualitas produksi biaya investasi dan biaya produksi, kecepatan

produksi, lamanya mempersiapkan produksi dan lain sebagainya.

Guna mendapatkan bentuk konstruksi dan mutu logam yang dihasilkan dari *Shell Moulding* dengan *Metode Croning* dengan hasil yang memuaskan dan kualitas yang baik dan produksi berjalan dengan lancar, banyak faktor –faktor yang harus diperhatikan.

Salah satu dari faktor – faktor yang harus diperhatikan adalah mengetahui, tahapan – tahapan untuk pembuatan *Shell Moulding*. Tahapan yang paling penting adalah proses pembuatan shell lapisan (*shell*) pada pasir dengan metode yang benar. Dari penjelasan di atas maka permasalahan yang dibahas adalah usaha–usaha atau proses apakah yang mesti dilakukan untuk pembuatan *Shell Moulding* dengan *metode Croning*, serta kendala – kendala yang didapati pada waktu pengerjaannya.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tulisan ini bertujuan untuk menjelaskan proses pembuatan Shell Moulding dengan *metode Croning*. Mekanisme dan teknis pembuatannya, sampai saat ini belum banyak yang mengetahui secara jelas dan terperinci dan disamping itu untuk mengetahui dan memahami tentang :

- a. Tahapan – tahapan yang harus dikerjakan adalah oleh seksi pengecoran untuk membuat suatu cetakan.
- b. Material dan peralatan yang harus disiapkan sebelum memulai proses pembuatan lapisan pasir.
- c. Guna mendapatkan Shell Moulding dengan konstruksi yang baik.

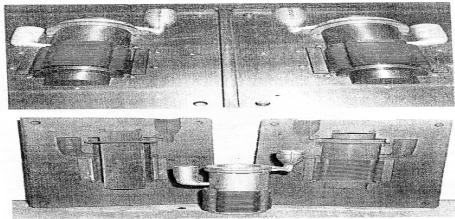
II. Tinjauan Pustaka

Pengecoran adalah suatu proses pembuatan benda kerja dari logam dengan jalan mencairkannya pada temperatur tertentu dituangkan kedalam cetakan dan dibiarkan mendingin dan membeku.

Dari sekian banyak proses *casting* yang telah berkembang pada saat ini, tentu perlu

menentukan jenis *casting* yang sesuai dengan kebutuhan, pemilihan proses ini tentunya sangat tergantung dari beberapa aspek. Pengecoran yang menggunakan cetakan dari pasir merupakan sistem yang paling murah diantara proses pengecoran lainnya. Bahan pengikat (*bonding material*) dapat dipilih dari bahan yang paling murah dan sederhana atau dengan bahan pengikat kimia.

Proses *Croning Shell Moulding* adalah suatu proses pengecoran dengan pelapisan butir – butir pasir secara *Thermo Setting Resin*. Menggunakan pola dan bahan logam yang dipanaskan pada temperatur $230^{\circ} \div 315^{\circ} C$ yang menyebabkan pasir resin tersebut akan mengeras dalam beberapa menit. Terbentuklah kulit pasir dengan ketebalan $10 \div 20mm$ membentuk cetakan bagian kup dan drag. Kedua bagian tersebut didekatkan oleh semacam lem atau clamp. Seperti gambar 1 :



Gambar 1. Cetakan kulit terdiri dari dua bagian kup dan drag sebelum dilekatkan. (*material and processes in manufacturing, ninth edition.*)

Menurut Bustanul, (1995). Cetakan kulit ini dapat membuat produk *Casting* yang tipis Yield Carting rata – rata lebih tinggi dibandingkan sistem yang menggunakan pasir lainnya disamping itu kebutuhan pasirnya per ton logam cair menjadi lebih kecil. Jenis logam yang dapat diproses tidak terbatas, termasuk untuk baja karbon atau baja paduan.

Proses finishing menjadi lebih ringan, karena tidak diperlukannya pembersihan permukaan casting dan toleransi ukuran cukup baik ($1,2 - 2,0 \%$). Permukaan akhir coran sekitar ($50 - 150 \mu m$), karena cetakan kulit mempunyai ketebalan yang terbatas berat coran umumnya tidak lebih

dari 150 kg. cetakan kulit biasanya digunakan untuk produk otomotif, permesinan seperti : *gears, valve bodies, bushing dan camshafts.*

Menurut Groover, (2007), *Shell Moulding* adalah proses pembuatan casting yang cetakannya dilapisi dengan pelapis dengan ketebalan 9mm atau $3/8$ in. cetakan dibuat bersama – sama dengan bahan pengikat *Thermo Setting Resin* beberapa keunggulan dari proses *Shell Moulding* adalah :

- Permukaan lapisan pada rongga cetak halus / licin.
- Permukaan yang licin memudahkan aliran cairan logam memenuhi rongga cetak selama penuangan.
- Permukaan akhir coran bagus dengan kekasaran $2,5 \mu m / 100 \mu in$, dapat tercapai.
- Dimensi ukuran lebih akurat dengan toleransi $\pm 0,25mm$.
- Memungkinkan untuk ukuran kecil dan medium.
- Biaya permesinan untuk pengerjaan lanjut rendah.
- Ongkos biaya pembersihan hasil tuangan rendah.

III. METODE PEMBAHASAN

Pembahasan yang penulis laksanakan didalam penulisan ini adalah didasarkan dari literatur – literatur yang berhubungan dengan pengecoran *Shell Moulding*. Disamping itu pengalaman – pengalaman para peneliti yang dituangkan di dalam berbagai tulisan (makalah).

Penjelasan dari beberapa literatur dan penulisan inilah yang penulis rangkum dalam bentuk sistematis. Dengan mengetahui dan memahami proses pembentukan *Shell Moulding* dengan metode *Croning* serta peralatan - peralatan yang digunakan, sehingga *Foundrman* diharapkan nantinya akan melaksanakan proses pembuatan *Shell Moulding* lebih dapat bekerja secara efisien dan efektif dan menghasilkan produk yang baik dan mutu yang bagus.

IV. PEMBAHASAN

4.1 Prinsip dan Proses

Pengecoran dengan pasir memerlukan bahan pengikat (*binding material*), yang mengikat pasir dan pembentukan inti maupun cetakan. Pengikatan harus terikat selama penuangan dan sampai logam mengeras.

Proses *Shell Moulding* dengan metode *Croning* bahan pengikatnya adalah : *Thermo Setting Resin* yang dilapiskan pada setiap butiran pasir, pelapisan dikerjakan dengan *die*, *core box* dan *plate pattern* yang dipanaskan diatas atau mendekati $250^{\circ}c$. Pada temperatur tersebut, resin akan melapisi setiap butiran pasir dan mengikat butir – butir yang berdekatan sehingga mendapatkan bentuk yang stabil.

4.2 Material – material yang digunakan

A. Pasir cetak

Pelapisan dapat dibuat dari pasir Silika, Zircon Chromit maupun Olivene. Dengan mempertimbangkan harga pasir Silika yang mesti digunakan. Pasir harus dicuci dan dikerangkan untuk digunakan dan minimal mengandung kadar tanah liat 0,5 %, ukuran butir – butir pasir sangat penting guna mendapatkan permukaan akhir yang baik dan ketahanan panas pasir dari cairan logam.

Jika ukuran butir – butir pasir dengan pengayakan 2 atau 3 akan memberikan lapisan mempunyai sifat mekanik yang baik. Namun permukaan cor kasar dan selanjutnya lapisan akan mudah pecah, pasir yang bagus, jika pengayakan butir – butir pasir diatas 4 atau 6 ukuran, pasir mempunyai sifat *permeability* yang rendah, namun permukaan akhir coran lebih bagus sebagai bahan bahan yang dilapisi, pasir harus mempunyai butir- butir yang baik.

Sebagai contoh GFN 80, didapat dari alam atau pencampuran GFN 140. Bentuk dari butir pasir juga penting, bentuk pasir yang bulat lebih mudah untuk dilapisi daripada bentuk persegi.

B. Resin

Resin yang digunakan untuk proses *Croning* adalah *Resin Formal Phenolic* dari jenis NOVOLAC yang mempunyai formulasi perbandingan kecil = 1. untuk pelapisan butir – butir pasir Resin sebaiknya dipanaskan diatas temperatur $120^{\circ}c$.

C. Bahan – bahan tambah

Bahan – bahan tambah yang diperlukan guna mendapatkan mutu lapisan pasir yang bagus. Bahan – bahan ini dapat ditambahkan selama pembuatan dari Resin atau ketika mempersiapkan pasir.

▪ Hexametylen – Tetramin

Bahan ini diperlukan untuk pembuatan pasir cetak yang mampu merubah serat / jaringan Resin masuk ke tempat ruang – ruang / sela dari butir – butir pasir. Banyaknya yang dipakai adalah 12 % s/d 15 %. Akan memberikan sifat mekanik yang tinggi pada pasir cetak, dan ke persisian yang baik namun mudah pecah.

▪ Bahan pelarut

Etanol dan metanol digunakan ketika pelapisan dengan cairan resin.

▪ Bahan pelembut

Bahan – bahan yang digunakan : Vinsol, Damar, Asam Salycilic. bahan ini ditambahkan pada Resin atau ketika pelapisan guna meningkatkan kekenyalan pasir selama penuangan dan menghindari cetakan pecah.

▪ Minyak Pelumas

Minyak pelumas mesti dibedakan untuk pemakaiannya seperti silikon digunakan untuk mencopoti / mengelupaskan dari inti. Minyak pelumas untuk bagian dalam seperti Calcium Sterarate yang ditambahkan pada lapisan pasir agar pasir tidak mengumpal selama penyimpanan di gedung dan memudahkan penggunaan pasir.

▪ Besi Oksid (Fe_3O_4)

Ini digunakan dalam bentuk kristal atau dibawah bentuk lamellar, calamine.

Bahan ini digunakan dari 4 s/d 8 %. Ini akan mempunyai efek exothermal pada logam, karena kepadatan pasir silika ($4Fe_3O_4 + o_2 \rightarrow 6Fe_2O_3$).

▪ Clay (Tanah liat)

Tanah liat harus disisihkan dari pasir untuk pelapisan pada pasir. Karena akan membuat karakter dari pasir pelapisan menurun dengan cepat, namun untuk masalah tertentu seperti Kaolin (tanah liat Cina) digunakan untuk memperbaiki permukaan akhir. Secara umum akan mempengaruhi efek endothermal dengan penguapan. kristalisasi air.

▪ Pengolahan Pasir

Untuk pengolahan pasir ada 2 metoda yang digunakan, yaitu pasir / campuran resin dan pelapisan pasir.

D. Pasir / Campuran Resin

Proses ini dikenal dengan nama Campuran Kering. Pembuatannya dikerjakan pada waktu dingin antara pasir dengan bubuk resin, untuk mendapatkan kekerasan pada proses ini lebih baik gunakan penggilingan selama 5 s/d 20 menit, lindungi dari panas dan embun. Kandungan resin diisikan antara 2 s/d 7 % pengolahan pasir secara ini cenderung terjadi pemisahan antara campuran resin dengan pasir dan tidak mudah digunakan.

E. Pelapisan Pasir

Dengan cara pelapisan setiap butiran pasir dengan resin memberikan keuntungan.

Yaitu :

- Pasir cetak dan inti serta lapisan yang dihasilkan homogen
- Pasir dapat disimpan dan mudah penggunaannya
- Sifat – sifat mekanik dari pasir diperbaiki dan bahan pengikat lebih ekonomis pemakaiannya.

Pelapisan awal pada pasir dapat dibuat dengan cara :

- Pelapisan dingin
- Proses pemanasan
- Pelapisan Dingin

Bubuk resin yang berisi *Hexamethylen Tetramin* dilarutkan dengan bahan yang mudah menguap (etanol, metanol) dan diaduk dengan pasir, pengadukan terus dilakukan hingga etanol, metanol menguap. Lamanya pengadukan kira – kira 1- s/d 15 menit. Sebagai contoh, mengikuti prosedur dibawah ini :

- Masukkan pasir cetak ke dalam pengaduk
- Tambahkan resin dan aduk kira – kira 10 detik
- Tambahkan bahan pelarut (etanol, metanol) kira – kira 30 % dari resin
- Aduk sampai pasir menjadi kering
- Hentikan pengadukan dan saring (ayak) pasir.

▪ Proses Pemanasan

Pemanasan dapat dilakukan dengan 2 prosedur, yaitu :

- Resin padat (memanaskan pelapis)
- Cairan resin (tiupan udara panas)

Resin Padat

Prinsip dari prosedur ini adalah menghasilkan perpaduan antara resin dengan pasir panas. Kesulitan yang terjadi adalah penentuan temperatur yang sesuai pada pasir untuk mencairkan resin sehingga menjadi homogen. Bila temperatur rendah perpaduan yang dihasilkan pelapisan tidak sempurna (resin tidak homogen melapisi pasir). Jika temperatur tinggi hasilnya juga jelek resin dengan sempurna melapisi butir – butir pasir namun komponen – komponen yang mudah menguap (alkohol) begitu cepat terjadi penguapan. Sehingga terbentuk lubang – lubang kecil (pori – pori) yang mengakibatkan resin tidak bertahan menempel pada butir – butir pasir. Lubang – lubang tersebut mesti dihilangkan dari butir – butir pasir dengan cara ini mengurangi ikatan pada pasir dan karakteristiknya.

Temperatur pelapisan yang ideal tergantung pada temperatur titik lebur dari resin dan umumnya diantara $100^0 - 150^0 c$ sebagai contoh, proses dibawah ini :

- Pasir dipanaskan dengan temperatur yang telah ditetapkan dan harus homogen, kemudian dimasukkan kedalam pengaduk (*mixer*)
 - Resin padat (2 s/d 5 %) dari berat pasir dimasukkan dan diaduk dengan pasir, sehingga mendapatkan perbedaan dan lapisan pada butir – butir pasir.
 - Hexamethylen – tetramin (8 – 15%) dari berat resin dan air sebanyak 1 – 2% dari berat pasir pada saat terjadi penguapan, air sebagai pendingin turun pada pasir cetak, ketika reaksi selesai, pasir harus didinginkan secepat mungkin.
- ⇒ Gas atau panas listrik
 - ⇒ Sistem ejektor untuk pencabutan inti
 - ⇒ Sistem otomatis untuk pembukaan dan penutup kotak

- Pembuatan Cetakan
Cetakan dapat dibuat dengan 3 teknik, tiap – tiap cetakan tergantung pada aplikasinya, yaitu :

- Cetakan dengan ketebalan ekstrak
Tipe cetakan ini dibuat dengan mesin pembuat inti. Salah satu dari permukaan kotak inti ditempatkan setengah dari model. Sedangkan yang lain, bentuk bagian luar pada setengah cetakan. Seluruh cetakan dibuat dengan satu atau dengan 2 mesin tergantung dari dimensi dan kemampuan mesin, penggabungan cetakan dapat secara horizontal atau mendarat.

- Cetakan beskit tipis
Jenis dari cetakan ini dibuat dengan mesin pembuat inti, salah satu permukaan dari kotak inti ditempatkan sejajar dengan salah satu permukaan dari model (*halfpatter*), sedangkan bagian yang setengahnya lagi untuk bagian yang separo lagi dari kotak inti dengan beskit tipis (*wafers*) dibuat secara seri. (barangkali) untuk pengerjaan dengan penggabungan horizontal digunakan untuk cetakan benda yang kecil.

- Cetakan kulit (*Shell Moulding*)
Menurut Groover (2007), cetakan kulit menggunakan mesin yang khusus model dari logam dipanaskan dan ditempatkan pada kotak yang berisikan pasir pelapis. Pemasangan dengan jalan membalikan, sehingga model berkontak (berhubungan) langsung dengan pasir. Penempelan pasir dengan model memerlukan waktu yang agak lama untuk mendapatkan ketebalan pelapisan yang diperlukan untuk cetakan. Kemudian cetakan dibalik lagi padaposisi semula. Cetakan dibentuk dari sisa – sisa pasir. Model yang telah ditutupi dengan lapisan pasir (*Shell*) dimasukkan kedalam oven yang bagian permukaan luar cetakan telah dipolimer. pengerjaan akhir yang dikerjakan adalah penyelesaian permukaan luar cetakan

Cairan Resin (tiupan udara panas)

Pada cairan ini, resin dilarutkan dalam larutan alkohol. Pengadukan lebih singkat karena sebelumnya ditiupkan udara panas sehingga mempercepat penguapan cairan. Sebagai contoh, dengan mengikuti proses sebagai berikut :

- ⇒ Masukkan pasir cetak ke dalam adukan
- ⇒ Campurkan Hexamethylen – Tetramin
- ⇒ Aduk selama 30dt ÷ 60dt
- ⇒ Masukkan cairan resin
- ⇒ Tiupkan udara panas ($60^0 \div 90^0 c$)
- ⇒ Aduk hingga pasir cetak menjadi kering
- ⇒ Saring pasir cetak

F. Pemakaian

Pelapisan awal pasir digunakan sebaiknya dalam cetakan seperti pembuatan inti. Ikatan antara butir pasir terjadi pada temperatur antara $200^0 - 300^0 c$ dengan maksud dan tujuan :

- Seluruh alat – alat harus dari logam dan akan dipanaskan dengan menggunakan gas atau listrik.
- Pasir akan menempel dan berkontak langsung dengan peralatan dan dengan seketika akan membentuk ikatan dengan ketebalannya.

▪ Pembuatan Inti

Sekarang ini pembuatan inti dibentuk dengan cara meniupkan pasir cetak dengan penekanan udara masuk kedalam kotak ini, menggunakan suatu mesin dengan :

dengan polimer. Jika tidak sempurna dilakukan dengan pemolesan yang dimulai dari lembaran model. Proses Shell Moulding, dapat digunakan untuk menghasilkan penggabungan cetakan secara vertikal atau horizontal.

G. Perakitan Cetakan, Penuangan, Bongkar Pasang

Tutupan cetakan diperoleh dengan pelapisan pasir yang dikerjakan pada kondisi panas dan segera mungkin cetakan separo (the half mould), segera diletakkan pada lembaran model, guna menghindari distorsi pada saat penurunan temperatur yang disebabkan oleh penyusutan pasir, keuntungan yang di dapat jika pada kondisi panas adalah : kekenyalann pada saat merapatkan cetakan, pemasangan antara bagian bawah dan atas terjadi dengan ikatan panas yang ditekan. logam yang digunakan, akan menentukan :

- ⇒ Pemilihan proses pencetakan
- ⇒ Dimensi – dimensi dari cetakan
- ⇒ Kepresisian dari bagian coran

Proses penuangan cairan logam logam pada cetakan dapat juga dituangkan secara mekanik. Cetakan ditempatkan dalam frame logam yang berisikan pasir. Setelah penuangan dan logam mengeras resin dengan sendirinya hancur oleh pembakaran pada daerah tuangan yang berkontak langsung logam panasnya dengan resin, sehingga lapisan pasir mudah untuk dibongkar.

H. Bidang Pemanfaatan (penggunaan)

Pelapisan pasir cetak bisa digunakan untuk seluruh coran yang populer. Seperti digunakan pada :

- Coran pada logam ringan (inti pada pengecoran tekan).
- Coran pada paduan tembaga, untuk sebaiknya dalam cetakan.
- Coran nodular dan besi grafit lamelar.
- Karbon dan baja paduan.
- Baja – baja keras.
- *Stainless steels*.
- Nikel paduan.

Penggunaan dari proses ini dibatasi dengan;

- Pelapisan pasir adalah produksi yang mahal dan penggunaannya memungkinkan membawa keuntungan dari proses tersebut.
- Proses menghendaki penggunaan cetakan logam dan cetakan harus dibuat (permesinan).
- Proses menghendaki penggunaan mesin yang teliti.

I. Keunggulan Dan Kelemahan Dari Proses Ini

Seperti cetakan – cetakan yang lain dan proses pembuatan inti, menggunakan lapisan pasir tentu ada keunggulan dan kelemahan dari proses ini.

- Keunggulan
 - Proses ini akan menghasilkan coran dengan kepresisian dan permukaan akhir yang menggunakan alat – alat perkakas yang dari logam memberikan reproduksi yang baik untuk rangkaian reproduksi.
 - Proses ini menghasilkan cetakan yang mengurangi ketebalan dan lubang inti. Pemakaian pasir menjadi berkurang. Permeabilitas pasir menjadi besar untuk mengeluarkan gas dalam cetakan dengan cepat pada waktu penuangan.
 - Cetakan dan inti yang dihasilkan dapat tahan lama.
 - Campuran lapisan pasir memberikan kemudahan pembentukkan rongga cetak dengan baik dan bentuk – bentuk yang komplek.
 - Ketahanan di dalam kondisi yang panas dari pasir akan memberikan pengurangi muatan pasir dalam cetakan dan juga ketebalan pasir.
- Kelemahan
 - Pelapisan pasir adalah produksi yang mahal karena berhubungan dengan penggunaan resin yang banyak. Perbandingan biaya antara pasir cetak dengan pelapisan pasir

bisa 5 s/d 7 kali. Bahan pengikat (*binder*) tidak dapat diperbaiki (daur ulang) seperti pasir basah.

- Pengikatan dari bahan – bahan pengikat memerlukan waktu untuk mencapai kondisi yang baik. Penempatan pasir pada model atau inti keras lambat / pelan.
- Dimensi dari bagian – bagian terbatas dengan kemampuan mesin dan menempatkan pasir.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari berbagai penjelasan dan pembahasan tersebut di atas, maka untuk mendapatkan keberhasilan pembuatan Shell Moulding dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan panas cairan logam mengisi rongga cetak dapat di eliminir dengan adanya lapisan pada pasir cetak.
2. Pelapisan proses dilaksanakan dengan mencairkan resin dengan temperatur yang sesuai, agar resin sempurna melekat pada pasir.
3. Jenis pasir yang paling baik digunakan adalah jenis silika karena harganya yang murah dan kadar tanah liat (*clay*) yang terkandung di dalamnya hanya 2 % dan permeabilitas pasir baik. Ukuran butir – butir pasir yang dipakai dengan GFN 85 s/d 140.
4. Untuk melepaskan model logam dari balutan / cengkaman pasir digunakan larutan silikon antara permukaan pasir dengan model.
5. Kapasitas mesin yang terbatas, maka model yang dibuat / dibentuk disesuaikan dengan kemampuan mesin.

B. Saran

Untuk membuat *Shell Moulding* agar berhasil dengan *metoda cironing*, ada

beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. Ukuran – ukuran butir pasir yang dipakai sebaiknya yang relatif halus dan dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran – kotoran yang terbawa oleh pasir .
2. Hindari pasir – pasir yang tersisa berbentuk gumpalan atau bongkahan agar mudah untuk pemakaian selanjutnya.
3. Ukuran atau *volume Shell Moulding* yang akan dibentuk disesuaikan dengan volume / besarnya 8/en
4. Jika terjadi kesalahan / rompel / pecah lapisan pasir sebaiknya dilakukan perbaikan sebelum dimasukkan ke dalam oven untuk pembakaran.
5. Gunakan selalu alat – alat keselamatan kerja karena proses *Shell Moulding* menggunakan panas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bustanul, Arifin. M. Phil. Eng, 1995. *Die Casting Diantara metode Casting Lainnya, Seminar Teknologi Pressure Die Croting*, Jakarta, 3 Agustus 1995.
- Champbel, Jhon. 1991. *Casting*, Butter Worth Heineman Ltd London.
- Groover, Mikell P. 2007. *Fundamentals Of Modern Manufacturing*. Third Edition USA.
- Lipi. 2004. *Diktat Pengecoran Logam Ferro dan Non Ferro*. Pusat tenaga listrik dan Mekatronik, Bandung.
- Paul De Garmo, E. Black, JT. Kohser, Ronald A, Klameeki, Barney E. *Materials and Processes In Manufacturing*, Ninth Editon USA.