

PENGARUH KOMPOSISI KIMIA PADUAN Al – Si – Cu PADA *PROSES HIGH PRESSURE DIE CASTING* DALAM PEMBUATAN *CRANKCASE*

¹Ratna Dewi Anjani, ²Heriyanto

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹ratna_danjani@yahoo.com

INFO ARTIKEL

Diterima : 28 Desember 2017

Direvisi : 30 Januari 2018

Disetujui : 16 Maret 2018

Kata Kunci :

High pressure die casting, Shrinkage, Pengecoran, Porositas

ABSTRAK

Salah satu proses pengecoran secara non konvensional adalah *High Pressure Die Casting*. Pembuatan produk dengan proses *High Pressure Die Casting*, tidak terlepas dari masalah cacat yang ditimbulkan. Cacat pada proses pencetakan ini pun merupakan indikator dari kesalahan pada proses pengecoran tersebut. Analisa cacat pada proses ini dilakukan dari proses perancangan, proses peleburan dan pada proses penuangan. Pada proses pengecoran *High Pressure Die Casting* dengan material paduan Al-Si- Cu sering terjadi cacat berupa cacat porositas *shrinkage* dan *turbulensi*. Cacat ini menyebabkan bocor setelah proses *machining*. Cacat yang terbentuk salah satunya disebabkan karena unsur paduan, karena unsur paduan dapat mempengaruhi temperature penuangan. Analisa cacat porositas *shrinkage* pada pengecoran *High Pressure Die Casting* dengan aluminium paduan Al-Si-Cu dilakukan dengan membuat 12 spesimen dari masing-masing sample aluminium cair yang memiliki kadar cacat rendah (*tipe YW*) dan kadar cacat tinggi (*tipe YI*). Tujuan dilakukan pembubutan agar permukaan rata sebelum dilakukan uji spektro untuk menganalisa komposisi kimia. Hasil pengamatan ditemukan perbedaan komposisi yang cukup jauh diantara kedua *tipe YI* dan *Tipe YW*. Aluminium yang digunakan pada *tipe YI* kandungannya lebih sedikit dari *tipe YW* walaupun masih dalam kondisi standar. Pada aluminium cair untuk *tipe YI* rata-rata kandungan Al 86,0308% ; Si 10,1580% ; Cu 1,8287% ; Fe 0,9079%. Sedangkan pada aluminium cair untuk *tipe YW* rata-rata kandungan Al 85,5788% ; Si 10,1580% ; Cu 1,8194% ; Fe 0,7948%.

I. PENDAHULUAN

Proses pengecoran dengan istilah lain *foundry* merupakan proses dasar dalam pengembangan di dunia industri. Negara Korea sekarang ini merupakan Negara yang sangat maju dalam dunia industry. Hal ini dikarenakan teknologi pengecoran atau *foundry* yang pertama kali mereka kuasai.

Pada proses teknik pengecoran ada dua metode yang diterapkan yaitu teknik secara konvensional dan non konvensional. Metode proses pengecoran sekarang yang sedang dikembangkan adalah proses pengecoran secara non konvensional karena proses ini sangat sedikit sekali cacat pengecoran yang dihasilkan, namun proses ini akan efektif apabila memproduksi secara massal. Produksi secara terbatas masih lebih efektif dengan proses pengecoran secara konvensional.

Salah satu proses pengecoran secara non konvensional adalah *High Pressure Die Casting*. Pembuatan produk dengan proses *High Pressure Die Casting*, tidak terlepas dari masalah cacat yang ditimbulkan. Cacat pada proses pencetakan ini pun merupakan indikator dari kesalahan pada proses pengecoran tersebut [1].

Kesalahan atau cacat yang ditimbulkan oleh proses *High Pressure Die Casting* (HPDC) dalam pembuatan salah satunya adalah komposisi kimia yang terjadi pada proses peleburan, karena komposisi kimia akan menyebabkan turbulensi, akibat adanya turbulensi pada produk sehingga produk ini mengalami kegagalan [2].

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Eksperimental

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu suatu penelitian yang berusaha mencari penyebab dari permasalahan yang ditimbulkan oleh adanya ketidaksesuaian dilapangan. Adapun beberapa hal yang memungkinkan terjadinya cacat porositas *shrinkage* tersebut salah satunya adalah komposisi unsur paduan aluminium yang digunakan tidak standar. Sehingga dalam analisa ini akan difokuskan ke uji komposisi unsur paduan aluminium [3].

Penelitian yang dilakukan dengan membandingkan antara hasil pengecoran yang baik (*OK*) dengan hasil pengecoran yang kurang baik (*NG*).

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan berdasarkan studi lapangan, data *NG*, maupun data spesifikasi standar yang telah diterapkan di lapangan. *NG* pengecoran berupa *produk cor* umumnya diketahui setelah adanya proses tes kebocoran (*leak test*) atau retak di *departemen machining*. Dimana *produk/sample* dari *departemen die casting* (pengecoran) dikirim ke *departemen machining* untuk dilakukan proses *machining* kemudian dilakukan uji kualitas kembali sebelum masuk ke perakitan. Pada pengujian inilah cacat pada hasil pengecoran diketahui. Saat ditemukannya *NG*, sudah banyak kerugian yang ditimbulkan sehingga harus

PENGARUH KOMPOSISI KIMIA PADUAN Al – Si – Cu PADA PROSES HIGH PRESSURE DIE CASTING DALAM PEMBUATAN CRANKCASE

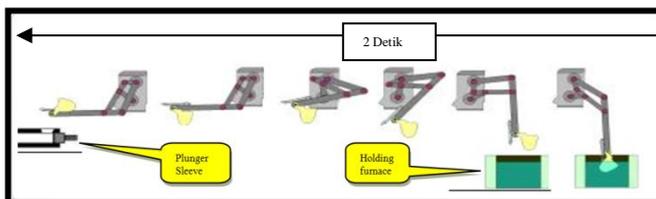
dilakukan perbaikan [4]. Pengujian di machining difokuskan kepada uji dimensi, kebocoran & kualitas dari hasil pengecoran berikut data NG pengecoran yang telah melalui proses machining [5].

C. Proses Peleburan

1. Waktu Penuangan Aluminium Cair

Porositas juga dapat terjadi karena adanya gas didalam aluminium cair yang terjebak saat proses casting dilaksanakan. Dimana aluminium cair diambil dari *holding furnace* menggunakan *ladle* kemudian dimasukkan ke *plunger sleeve* untuk diinjeksikan ke *dies*.

Semua mesin umumnya menggunakan pengaturan waktu tuang aluminium cair (*fine spill*) dari *holding furnace* ke *plunger sleeve* yang sama, dikarenakan mesin yang digunakan juga sama. Waktu pengaturannya sebesar 2 detik. Dapat dilihat pada gambar 1 dan pada gambar 2a dan 2b.



Gambar 1. Proses robot ladle menuang aluminium cair

Ladle Device	
Ladle Cup No	N 6
Shot Wt	4.30 kg
PoFast Pour	12 %
SpSlow Pour	10 %
WaitPosition	Furnace
Timer	
In Furnace	14.0 s
Fine Spill	2.0 s
Pour Return	0.5 s
Shot Delay	0.5 s
Bwd Midstop	22.0 s

Gambar 2.a. Pengaturan waktu penuangan aluminium cair cavity yw

Ladle Device	
Ladle Cup No	N 6
Shot Wt	4.30 kg
PoFast Pour	12 %
SpSlow Pour	10 %
WaitPosition	Sleeve
Timer	
In Furnace	14.0 s
Fine Spill	2.0 s
Pour Return	0.5 s
Shot Delay	0.5 s
Bwd Midstop	22.0 s

Gambar 2.b. Pengaturan waktu penuangan aluminium cair cavity YI

2. Temperatur Aluminium Cair

Menurut Athanasius Priharyoto Bayuseno dkk. Bahwa semakin tinggi suhu penuangan, maka akan semakin kecil prosentase terjadinya porositas. Perusahaan telah

menetapkan standar temperatur untuk jenis aluminium paduan yang digunakan untuk pengecoran sebesar 665-680°C.



Gambar 3. Control panel holding furnace

Gambar 3. Merupakan *panel control box* untuk menjaga dan memonitor temperatur aluminium cair sesuai dengan suhu yang sudah diatur. Untuk mengecek suhu ini, dapat dilakukan dengan melihat monitor suhu yang terdapat pada furnace control panel.



Gambar 4.a. Temperatur aluminium cair cavity yI



Gambar 4b. Temperatur aluminium cair cavity yw

Pada gambar 4b Terlihat temperatur aluminium cair yang terbaca dari masing-masing *furnace control panel*. Dimana pada *cavity YW* sebesar 669°C dan 671°C untuk *cavity YI*. Kedua temperatur tersebut masih masuk kedalam standar komposisi aluminium yang telah ditentukan.

PENGARUH KOMPOSISI KIMIA PADUAN Al – Si – Cu PADA PROSES HIGH PRESSURE DIE CASTING DALAM PEMBUATAN CRANKCASE

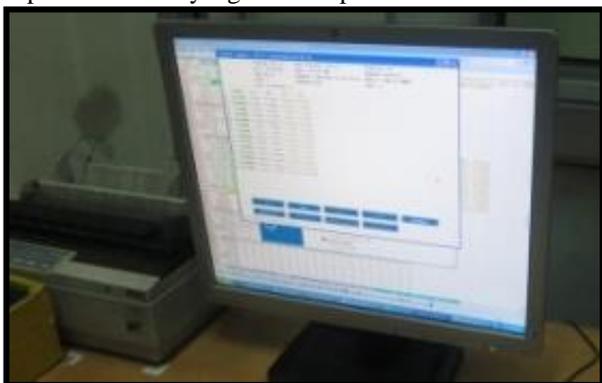
3. Pengujian Spesimen

Spesimen yang telah dibubut, dimasukkan ke dalam alat uji spektro yang telah disediakan dengan posisi bagian yang telah dibubut berada dibawah.



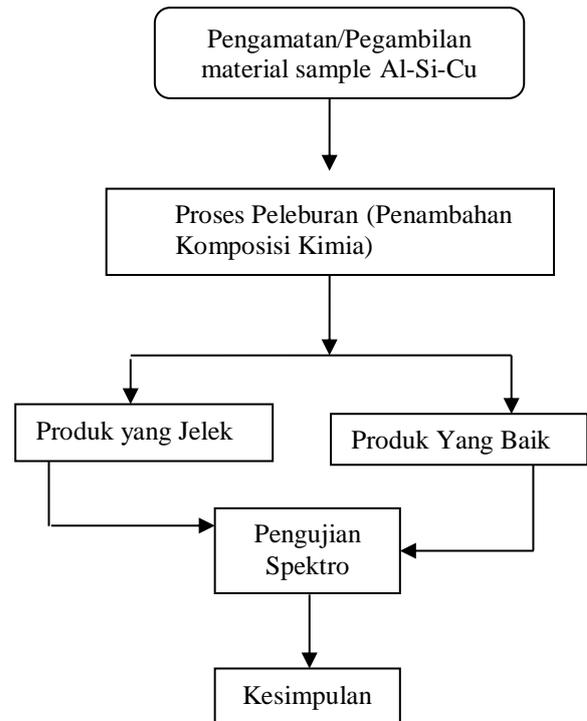
Gambar 5. Tempat meletakkan spesimen pada alat uji spektro

Pada panel alat uji, tekan tombol RUN (warna hijau), alat uji akan memproses secara otomatis dan akan menampilkan data hasil pengujian pada layar komputer. Hasil pengujian ini bisa diprint. Pengujian dilakukan kesemua spesimen dari sample aluminium yang OK maupun NG.



Gambar 6. Monitoring spektro

Untuk memperoleh gambaran yang jelas, tentang langkah-langkah pemecahan masalah Pengaruh komposisi Kimia material Al-Si-Cu pada proses High Pressure Die Casting (HPDC) dibuatkan diagram alir (*flow chart*) yang dapat di lihat pada gambar 7. di bawah ini:



Gambar 7. Diagram alir untuk mengetahui pengaruh komposisi kimia material Al-Si-Cu pada proses hpdc.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

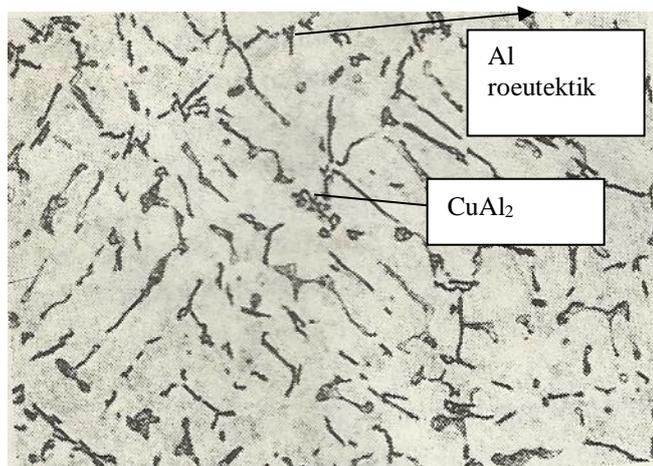
A. Sifat Fisik dan klasifikasi Aluminium

Panas jenis untuk Al 0.2997 cal/g.⁰C. Data ini dipakai untuk menentukan panas yang dibutuhkan pada proses pengecoran. Paduan Al-Cu-Si biasa digunakan untuk membuat *crankcase*, *pump housing* dan *aircraft fittings*.

B. Struktur Mikro Material Paduan Al-Cu-Si

Paduan Al-Cu adalah paduan yang mengandung 4 – 5% tembaga. Paduan ini memiliki sifat-sifat mekanik yang baik dan mampu mesin yang baik sedangkan mampu cornya agak jelek. Paduan Aluminium-tembaga-Silisium dibuat dengan menambah 1 – 5% silisium pada paduan Aluminium-Tembaga untuk memperbaiki mampu cornya dan paduan ini disebut “lautal”. Gambar 8. Menunjukkan struktur mikro dari paduan Al-Cu-Si.

PENGARUH KOMPOSISI KIMIA PADUAN Al – Si – Cu PADA PROSES HIGH PRESSURE DIE CASTING DALAM PEMBUATAN CRANKCASE



Gambar 8. Struktur mikro paduan Al-Cu-Si

Paduan Al-Cu-Si diperbaiki dalam sifat-sifat mekaniknya dengan menambah unsure-unsur lain yaitu mangan bahkan ditambah unsure magnesium [6].

C. Data Pengujian Komposisi Kimia

Data yang diperoleh dari pengujian disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini:

TABEL I
Komposisi unsur paduan aluminium cair tipe YW.

Komposisi %	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	Ti	Pb	Cr	Ca	Al
spesimen 1	1,7810	10,4410	0,1760	0,4320	0,8100	0,1520	0,0660	0,0130	0,0360	0,0340	0,0270	0,0010	86,0310
spesimen 2	1,7600	10,6350	0,1750	0,4260	0,7810	0,1490	0,0660	0,0130	0,0360	0,0350	0,0260	0,0010	85,8970
spesimen 3	1,7650	10,8200	0,2061	0,4285	0,8175	0,2780	0,0660	0,0150	0,0400	0,0470	0,0267	0,0025	85,4877
spesimen 4	1,7840	10,7714	0,2091	0,4295	0,8255	0,2785	0,0610	0,0250	0,0440	0,0500	0,0267	0,0015	85,4938
spesimen 5	1,8500	10,6241	0,2060	0,4295	0,8215	0,2500	0,0620	0,0280	0,0420	0,0475	0,0253	0,0020	85,6121
spesimen 6	1,8500	10,8310	0,2013	0,4300	0,8110	0,2500	0,0635	0,0120	0,0440	0,0410	0,0267	0,0025	85,4350
spesimen 7	1,7650	10,5255	0,2050	0,4296	0,7560	0,2775	0,0680	0,0280	0,0420	0,0460	0,0267	0,0015	85,8293
spesimen 8	1,7650	10,4590	0,2061	0,4365	0,7100	0,2505	0,0620	0,0280	0,0430	0,0455	0,0253	0,0020	85,9671
spesimen 9	1,8651	10,9914	0,2091	0,4360	0,8005	0,2550	0,0630	0,0200	0,0460	0,0475	0,0267	0,0025	85,2352
spesimen 10	1,8820	10,8210	0,2060	0,4395	0,8050	0,2550	0,0655	0,0280	0,0410	0,0460	0,0272	0,0026	85,3812
spesimen 11	1,8900	10,9450	0,1750	0,4305	0,7900	0,2510	0,0680	0,0120	0,0425	0,0455	0,0255	0,0027	85,3223
spesimen 12	1,8755	10,9415	0,1995	0,4655	0,8100	0,2565	0,0550	0,0200	0,0453	0,0475	0,0267	0,0028	85,2542
Rata-rata	1,8194	10,7338	0,1979	0,4344	0,7948	0,2419	0,0642	0,0202	0,0418	0,0444	0,0264	0,0021	85,5788
Standar	1,5-3,0	9,0-12,0	0-0,3	0-1,0	0,7-0,95	0-0,5	0,5000	0-0,1	0-0,1	0-0,1	0-0,1	0-0,005	sisia
Hasil	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

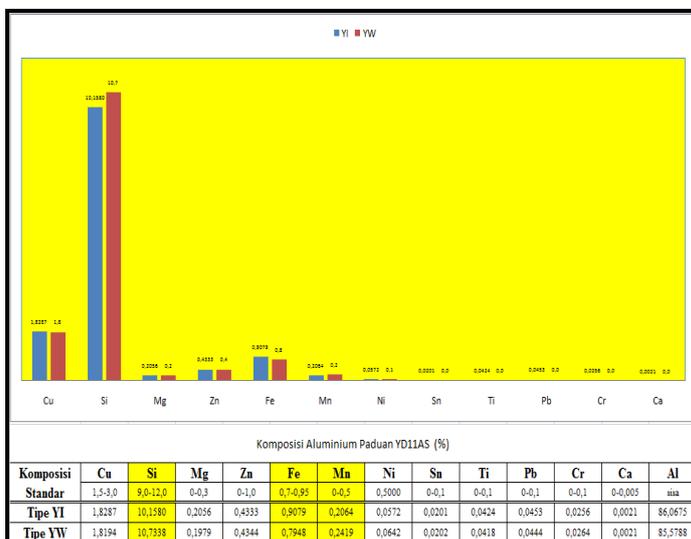
Dari tabel diatas, diketahui bahwa komposisi aluminium cair (*molten*) yang digunakan untuk membuat produk cor dengan *cavity YW* masih dalam standar yang ditetapkan perusahaan. Aluminium tipe *YW* merupakan produk yang menghasilkan kuliatas produk yang tidak menghasilkan cacat cor berupa turbulensi dan porositas. Di tabel ini bisa dilihat komposisi kimia paduan Al-Cu-Si dengan penambahan atau unsure-unsur ikutan pada proses pengecorannya. Aluminium cair pada *holding furnace* mesin casting yang memproduksi

produk cor dengan *cavity YI* juga dilakukan pengecekan. Dengan data sebagai berikut:

TABEL II
Komposisi unsur paduan aluminium cair tipe YI

Komposisi %	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	Ti	Pb	Cr	Ca	Al
spesimen 1	1,8600	10,1290	0,2090	0,4390	0,8630	0,2190	0,0640	0,0200	0,0440	0,0470	0,0260	0,0021	86,0779
spesimen 2	1,8190	10,1230	0,2070	0,4280	0,8730	0,2210	0,0590	0,0160	0,0410	0,0440	0,0250	0,0019	86,1421
spesimen 3	1,8560	10,1241	0,2060	0,4285	0,9100	0,2015	0,0610	0,0120	0,0400	0,0410	0,0255	0,0012	86,0932
spesimen 4	1,8660	10,1150	0,2056	0,4295	0,9100	0,2020	0,0620	0,0120	0,0440	0,0430	0,0255	0,0015	86,0839
spesimen 5	1,8540	10,1210	0,2011	0,4291	0,9211	0,2110	0,0650	0,0250	0,0420	0,0450	0,0259	0,0020	86,0578
spesimen 6	1,7540	10,2310	0,2013	0,4295	0,9155	0,2010	0,0655	0,0280	0,0430	0,0460	0,0267	0,0025	86,0560
spesimen 7	1,7650	10,2300	0,2050	0,4310	0,9145	0,2050	0,0680	0,0150	0,0460	0,0470	0,0253	0,0026	86,0456
spesimen 8	1,7840	10,1200	0,2061	0,4350	0,9325	0,2010	0,0550	0,0250	0,0410	0,0500	0,0267	0,0027	86,1210
spesimen 9	1,8500	10,1140	0,2091	0,4355	0,8995	0,2015	0,0500	0,0280	0,0425	0,0475	0,0272	0,0028	86,0924
spesimen 10	1,8500	10,1241	0,2060	0,4285	0,9201	0,2115	0,0610	0,0120	0,0400	0,0410	0,0255	0,0012	86,0791
spesimen 11	1,8750	10,2310	0,2013	0,4295	0,9203	0,2005	0,0655	0,0280	0,0430	0,0460	0,0267	0,0025	85,9907
spesimen 12	1,8110	10,2340	0,2098	0,4565	0,9150	0,2015	0,0100	0,0200	0,0426	0,0455	0,0214	0,0019	86,0308
Rata-rata	1,8287	10,1580	0,2056	0,4333	0,9079	0,2064	0,0572	0,0201	0,0424	0,0453	0,0256	0,0021	86,0675
Standar	1,5-3,0	9,0-12,0	0-0,3	0-1,0	0,7-0,95	0-0,5	0-0,5	0-0,1	0-0,1	0-0,1	0-0,1	0-0,005	sisia
Hasil	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dari tabel diatas, diketahui bahwa komposisi aluminium cair (*molten*) yang digunakan untuk membuat produk cor dengan *cavity YI* juga masih dalam standar yang ditetapkan perusahaan. Hasil data ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan analisa.



Gambar 9. Grafik komposisi unsur paduan aluminium tipe yi dan yw

Grafik diatas menunjukkan perbedaan komposisi diantara kedua aluminium tersebut. Perbedaan tersebut terletak pada unsur Si, Fe dan Mn walaupun ketiganya masih tergolong standar. Berdasarkan teori dasar, silikon pada paduan aluminium dapat menurunkan temperatur lebur. Semakin mendekati komposisi eutektiknya, maka temperatur lebur semakin rendah. Selain itu, silikon juga dapat meningkatkan fluiditas sehingga dapat menurunkan pembentukan *shrinkage* serta mengurangi kemungkinan terjadinya *hot-cracking* sehingga dapat memperlancar produksi [7].

Aluminium yang digunakan pada tipe *YI* kandungannya lebih sedikit dari tipe *YW* walaupun masih

PENGARUH KOMPOSISI KIMIA PADUAN Al – Si – Cu PADA PROSES HIGH PRESSURE DIE CASTING DALAM PEMBUATAN CRANKCASE

dalam kondisi standar. Sehingga fluiditas pada tipe YI lebih rendah dibandingkan tipe YW. Berbeda dengan kandungan Si, kandungan Fe pada tipe YI lebih besar dibandingkan tipe YW. Penambahan unsur Fe pada pengecoran yang menggunakan *die* diperlukan untuk mengurangi lengketnya produk cor dengan *die* (*soldering*) serta untuk meningkatkan kekerasan produknya. Walaupun demikian, menurut Taylor terdapatnya kadar Fe dalam paduan aluminium akan meningkatkan terbentuknya *shrinkage porosity*. Selain itu, Fe memiliki titik leleh yang tinggi dan cukup keras sehingga dapat menyebabkan masalah saat *machining* [8].

Berdasarkan data uji spektro, kandungan Mn pada tipe YW cenderung lebih banyak daripada tipe YI. Penambahan mangan pada paduan akan berefek pada sifat perlakuan pengerasan (*work-hardening*) pada aluminium paduan, sehingga didapatkan logam paduan dengan kekuatan tarik tinggi namun tidak terlalu rapuh. Mn adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi. Unsur Mn merupakan sumber terpenting dalam pembentukan *slag*. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Elvis (2010), bahwa penurunan porositas dapat 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 [2]. Bagian dari struktur yang tidak terisi atau dialiri Mn akan muncul sebagai porositas.

IV. KESIMPULAN

Porositas *shrinkage* terjadi karena adanya penyusutan pada saat solidifikasi berlangsung. Dimana unsur paduan berpengaruh terhadap solidifikasi. Pada aluminium cair untuk tipe YI rata-rata kandungan Al 86,0308% ; Si 10,1580% ; Cu 1,8287% ; Fe 0,9079%. Sedangkan pada aluminium cair untuk tipe YW rata-rata kandungan Al 85,5788% ; Si 10,1580% ; Cu 1,8194% ; Fe 0,7948%. Dari komposisi kimia terdapat perbedaan dari unsure Fe, pada sample YI terdapat unsure Fe yang lebih besar sehingga kandungan Unsur Fe menyebabkan turbulensi. Pembuatan dan pengujian spesimen sebanyak 12 Pcs untuk masing-masing tipe bertujuan untuk mengetahui paduan dari tiap posisi pada holding furnace. Pada sample YW dengan komposisi diatas cacat yang porositas dan turbulensi dapat dihindari.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] John a.schey, *Proses manufaktur edisi ketiga*, penerbit andi Yogyakarta, 2009.
- [2] Adril, Elvis, *Pengaruh Penambahan Mangan terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075*, POLI REKAYASA Volume 6, Nomor 1, 2010.
- [3] Kamiluddin, Mohammad, *Pengaruh penambahan unsur paduan Aluminium*, FT UI, 2010.
- [4] Iqbal, Muhammad, *Jenis-jenis NG proses casting*, Karawang : YMMWJ, 2008.

- [5] Tata Surdia & Kenji Chijiwa, *Teknik Pengecoran*, Jakarta :Pradnya Paramita, 1996.
- [6] Surdia, Tata & Saito, Shinroku, *Pengetahuan Bahan Teknik*, edisi kedua, Jakarta: Pradnya Paramita, 1992.
- [7] William D., Callister, Jr., *Material Science And Engineering, An Indtroduction*, John wiley & Sons, INC, 2007.
- [8] Taylor, R.E., Groot, H., Goerz, T., Ferrier, J., dan Taylor D.L., *High Tempe rature-High Pressure*, 30, p. 269, 1998.