

Pengaruh Variasi Komposisi Kimia dan Kecepatan Kemiringan Cetakan *Tilt Casting* Terhadap Kerentanan *Hot Tearing* Paduan Al-Si-Cu

Bambang Tjiroso¹, Agus Dwi Iskandar²

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pasifik¹

bambangtjiroso@yahoo.co.id

Jurusan Teknik Mesin, STTNAS Yogyakarta²

adiskandar5gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi kimia dan kecepatan kemiringan cetakan terhadap kerentanan hot tearing paduan Al-Si-Cu. Temperatur tuang yang digunakan 710°C dan temperatur cetakan adalah 220°C. paduan dilebur dalam dapur krusibel untuk memperoleh empat variasi komposisi paduan Al-Si-Cu. Logam cair dipindahkan dari furnace ke wadah tuang yang menempel pada cetakan dengan posisi horizontal. Cetakan dimiringkan sampai posisi vertikal untuk menuang logam cair masuk kedalam cetakan dengan variasi kecepatan kemiringan cetakan 9, 12, dan 15 °/detik. Logam cair didiamkan sampai membeku. Hasil pengujian komposisi kimia diperoleh empat variasi paduan yaitu 1,17% Cu, 1,65% Cu, 2,14% Cu, dan 2,76% Cu. Analisa hot tearing produk cor dilakukan dengan menggunakan teknik visual. Perhitungan nilai kerentanan hot tearing dan bagan foot print untuk setiap produk cor dilakukan dengan menggunakan metode hot tear severity (HTS). Kerentanan hot tearing paling tinggi terjadi pada komposisi 2,76% Cu dengan kecepatan kemiringan cetakan $V=15^\circ/\text{detik}$ yaitu 6 HTS. Kerentanan hot tearing meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan kemiringan cetakan. Hot tearing terjadi pada variasi kecepatan kemiringan cetakan $V=12^\circ/\text{detik}$ dan $V=15^\circ/\text{detik}$. Sedangkan kecepatan kemiringan cetakan $V=9^\circ/\text{detik}$ tidak terjadi hot tearing.

Kata Kunci: hot tearing, komposisi kimia, tilt casting

1. Pendahuluan

Aluminium paduan banyak digunakan dalam industri otomotif dan industri kerdangantaraan karena kepadatannya rendah, memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan terhadap korosi. Aluminium paduan tidak terlepas dari berbagai cacat yang terjadi selama proses pengecoran seperti porositas, penyusutan, *hot tearing*, dan segregasi. *Hot tearing* merupakan salah satu cacat umum yang sering dijumpai pada proses pengecoran dan juga merupakan salah satu dari parameter utama untuk menentukan *castability* dari paduan. *Hot tearing* adalah pembentukan celah makroskopik atau cacat retak dalam produk pengecoran akibat adanya kontraksi panas dan penyusutan (Yan dan Lin, 2005). *Hot tearing* biasa dikenal sebagai *hot cracking*, *hot shortness*, *super solidus cracking*, *hot brittleness*, dan *shrinkage brittleness*.

Cetakan CRC (*Constrained Rod Casting*) merupakan salah satu teknik visual untuk mendeteksi cacat *hot tearing*. Cetakan berongga ini menghasilkan empat batang berbentuk silinder pada setiap ujungnya berbentuk bola. *Hot tearing* diukur secara kuantitatif yang terbentuk disepanjang batang silinder tersebut. Variasi

panjang batang dapat mempengaruhi terbentuknya *hot tearing* (Lin, 2007).

Tilt casting adalah salah satu metode pengecoran dengan cara dimiringkan. Logam cair dimasukkan kedalam cetakan dan dimiringkan secara lambat dari posisi horisontal keposisi vertikal dengan kecepatan yang dikontrol. Variabel dalam pengecoran *tilt casting* yaitu kecepatan kemiringan cetakan, temperatur penuangan, dan temperatur cetakan yang dapat mempengaruhi sifat mekanik suatu bahan Hamzah, dkk., (2002).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi kimia dan kecepatan kemiringan cetakan *tilt casting* terhadap kerentanan *hot tearing* paduan Al-Si-Cu.

2. Metode

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu ingot aluminium murni komersial, aluminium 2024, dan aluminium ADC12. Paduan aluminium dilebur dengan dapur krusibel. Cetakan berbentuk CRCM vertikal dengan pemanas cetakan berbahan bakar LPG. Temperatur tuang yang digunakan adalah 710°C, dan temperatur cetakan 220° C.

Logam cair dipindahkan dari dapur krusibel ke wadah tuang yang menempel pada cetakan dengan posisi horisontal. Cetakan dimiringkan sampai posisi vertikal untuk menuang logam cair masuk kedalam cetakan dengan variasi kecepatan kemiringan cetakan adalah 9, 12, 15 °/detik. Logam cair didiamkan sampai membeku.

2.2 Perencanaan Komposisi

Aluminium paduan yang dilebur pada dapur krusibel terdiri dari tiga jenis paduan yaitu aluminium murni dengan kandungan aluminium *base* 98,93%, ADC12, dan Al 2024. Ketiga paduan ini dilebur dengan presentase berat berbeda sesuai dengan komposisi paduan target yang diinginkan dan mengacuh pada hasil perhitungan komposisi paduan sehingga didapatkan komposisi paduan dengan empat variasi. Formula yang dipakai untuk menentukan presentase berat komposisi dalam material adalah sebagai berikut:

$$\text{Target Al\%} = \left(\frac{\text{Berat total Al}}{\text{Berat total material 98,93\% + ADC 12 + 2024}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Target Cu\%} = \left(\frac{\text{Berat total Cu}}{\text{Berat total material 98,93\% + ADC 12 + 2024}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Target Si\%} = \left(\frac{\text{Berat total Si}}{\text{Berat total material 98,93\% + ADC 12 + 2024}} \right) \times 100\%$$

2.3 Pengujian dan Pengamatan

Produk spesimen dari hasil pengecoran paduan Al-Si-Cu yang telah membeku dilakukan kembali pengujian komposisi paduan untuk mengetahui komposisi paduan yang terbentuk setelah pengecoran. Hasil pengujian komposisi ini yang dijadikan referensi variasi komposisi paduan dalam penelitian ini. Penilaian HTS untuk setiap batang pada produk cor. Hasil indeks kerentanan *hot tearing* paduan yang didapat dan digambarkan ke dalam grafik *foot finger*, yang berfungsi untuk dapat lebih muda untuk melihat kerentanan setiap batang terhadap *hot tearing*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Komposisi

Tabel 1 : Komposisi kimia paduan I, II, III, dan IV (CV. KHS Yogyakarta)

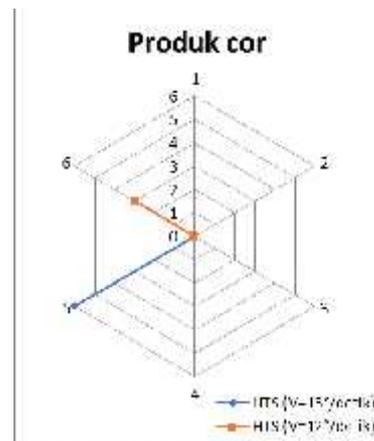
No	Unsur	Paduan (%)			
1	Al	92,72	91,44	90,72	90,04
2	Cu	1,170	1,658	2,141	2,768
3	Si	4,78	5,38	5,38	5,29
4	Mn	0,1284	0,1686	0,2493	0,3278
5	Mg	0,1201	0,1718	0,2428	0,2961
6	Zn	0,4144	0,4769	0,4937	0,4960
7	Fe	0,5673	0,5921	0,6573	0,6654
8	Ti	0,0202	0,0202	0,0182	0,0184
9	Cr	0,0169	0,0180	0,0215	0,0217

10	Ni	0,0184	0,0206	0,0231	0,0244
11	Sn	0,0102	0,0114	0,0125	0,0126
12	Pb	0,0356	0,0397	0,0449	0,0414

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian komposisi kimia dari paduan material ingot *base*, aluminium ingot ADC12 dan aluminium ingot 2024. Empat paduan tersebut terdiri dari paduan I Al-1,17% Cu, paduan II Al-1,65% Cu, paduan III Al-2,14% Cu, serta paduan IV Al-2,76% Cu.

3.2 Hot Tearing

Analisa *hot tearing* produk cor dilakukan dengan menggunakan teknik visual. Perhitungan nilai kerentanan *hot tearing* dan bagan *foot print* untuk setiap produk cor dilakukan dengan menggunakan metode *hot tear severity (HTS)*, sebagai contoh untuk perhitungan HTS dilakukan pada produk cor dengan komposisi Al-Si-2,76% Cu dengan variasi kecepatan kemiringan cetakan 12°/detik dan 15°/detik.



Gambar 1. Kurva *foot print* paduan Al-Si-2,76% Cu, dengan variasi kecepatan kemiringan cetakan 12°/detik dan 15°/detik

Gambar 1 merupakan kurva *foot print* HTS untuk setiap batang pada komposisi Al-Si-2,76% Cu dengan kecepatan kemiringan cetakan 12°/detik dan 15°/detik (produk cor 11 dan 12). Nilai HTS untuk kecepatan kemiringan cetakan 12°/detik (produk cor 11) adalah 3 HTS dan hanya terjadi pada batang 6 dengan jenis retak sedang (*severe crack*). Retak terbentuk di daerah batang tengah antara *sprue* dan bola. Retak terjadi pada daerah terlemah sepanjang *hot spot*. Daerah *hot spot* merupakan daerah dimana *hot tearing* terjadi, dikarenakan pada daerah tersebut merupakan daerah yang perubahan penampang yang signifikan dari *sprue* sampai ke bola dan terjadi konsentrasi tegangan yang besar di daerah tersebut, disebabkan oleh desain cetakan CRCM. Nilai HTS untuk kecepatan kemiringan cetakan 15°/detik adalah 6 HTS dan terjadi pada batang 5 dengan jenis retak sedang (*severe crack*). Retak

pada produk cor 12 terbentuk pada pangkal sprue. Daerah sprue tersebut melepas panas yang terlama dikarenakan sprue mempunyai diameter yang lebih besar serta berada pada tengah cetakan dibandingkan dengan batang dan bola.

3.3 Kerentanan Hot Tearing Terhadap Komposisi kimia dan Kecepatan Kemiringan Cetakan

Tabel 2 : Nilai HTS pada variasi komposisi Cu dan kecepatan kemiringan cetakan

Paduan	Komposisi Kimia	Produk Cor	Kecepatan Kemiringan Cetakan	HTS
I	Al-Si-1.17% Cu	1	9°/ detik	0
		2	12°/detik	0
		3	15°/detik	0
II	Al-Si-1.65% Cu	4	9°/ detik	0
		5	12°/detik	0
		6	15°/detik	0
III	Al-Si-2.14% Cu	7	9°/ detik	0
		8	12°/detik	0
		9	15°/detik	0
IV	Al-Si-2.76% Cu	10	9°/ detik	0
		11	12°/detik	3
		12	15°/detik	6

Tabel 2 menunjukkan nilai HTS untuk setiap paduan komposisi Al-Si-Cu dan perbedaan kecepatan kemiringan cetakan. Hasilnya menunjukkan bahwa hot tearing hanya terjadi pada paduan IV Al-Si-2,76% Cu dengan kecepatan kemiringan cetakan 12°/detik dan 15°/detik (produk cor 11 dan 12). Produk cor 12 memiliki kecenderungan hot tearing yang paling tinggi yaitu 6 HTS. Paduan I, II, dan III menunjukkan tidak terjadi hot tearing. Ketiga paduan tersebut memiliki kerentanan terhadap hot tearing paling rendah atau ketahanan terhadap hot tearing paling tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh perbedaan komposisi Al-Si-Cu dan kecepatan kemiringan cetakan terhadap hot tearing.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh komposisi kimia dan kecepatan kemiringan cetakan tilt casting terhadap kerentanan hot tearing paduan Al-Si-Cu, maka dapat disimpulkan bahwa Kerentanan hot tearing paling tinggi terjadi pada komposisi 2,76% Cu dengan kecepatan kemiringan cetakan V=15°/detik yaitu 6 HTS. Kerentanan hot tearing meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan kemiringan cetakan. Hot tearing terjadi pada variasi kecepatan kemiringan cetakan V=12°/detik dan V=15°/detik. Sedangkan kecepatan kemiringan cetakan V=9°/detik tidak terjadi hot tearing.

Daftar Pustaka

- Hamzah, E., Prayitno, D. dan Ghazali, M.Z., 2002. "Effect of mould tilt angle on the mechanical properties of as-cast aluminum alloy", *Materials & Design*, 23(2), pp.189–194.
- Lin, S., Aliravci, C. dan Pekguleryuz, M.O., 2007. "Hot-Tear Susceptibility of Aluminum Wrought Alloys and the Effect of Grain Refining", *Metallurgical and Materials Transactions A*, 38(5), pp. 1056–1068.
- Yan, X.dan Lin, J.C., 2006, "Prediction of Hot Tearing Tendency for Multi component Aluminum Alloys" *Metallurgical And Materials Transactions B*, 36B, pp. 915–915.



**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Bambang Tjiroso¹, Agus Dwi Iskandar²
Judul Makalah : PENGARUH VARIASI KOMPOSISI KIMIA DAN KECEPATAN KEMIRINGAN CETAKAN TILT CASTING TERHADAP KERENTANAN HOT TEARING PADUAN AL-SI-CU

Pukul : 15.15 – 15.30
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : D.11
Moderator : Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.
Notulen : Sigit Budi Hartono, S.T., M.T.

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.	 Bambang Tjiroso ¹ , Agus Dwi Iskandar ²



**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

Nama Pemakalah : Bambang Tjiroso¹, Agus Dwi Iskandar²
Judul Makalah : PENGARUH VARIASI KOMPOSISI KIMIA DAN KECEPATAN KEMIRINGAN CETAKAN TILT CASTING TERHADAP KERENTANAN HOT TEARING PADUAN AL-SI-CU

Pukul : 15.15 – 15.30
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : D.11
Moderator : Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.
Notulen : Sigit Budi Hartono, S.T., M.T.

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dr. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.	 Bambang Tjiroso ¹ , Agus Dwi Iskandar ²