

Seminar Nasional Metalurgi dan Material IX (SENAMM IX) 2016
Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 11 Oktober 2016

SEMINAR NASIONAL METALURGI DAN MATERIAL IX

**“KOLABORASI RISET METALURGI DAN MATERIAL UNTUK
MENINGKATKAN DAYA SAING DALAM MENGHADAPI
MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)”**



PROSIDING

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON, 11 OKTOBER 2016**

ISSN : 2541-0725



2016

FORUM KOMUNIKAS METALURGI DAN MATERIAL SE-INDONESIA

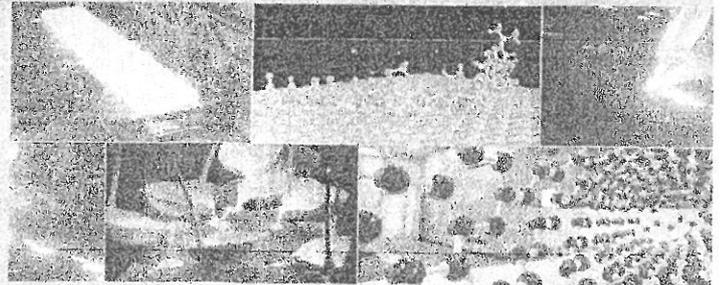
PROSIDING

SEMINAR NASIONAL METALURGI DAN MATERIAL IX (SENAMM IX) 2016

*"Kolaborasi Riset Metalurgi dan Material Untuk
Meningkatkan Daya Saing Dalam Menghadapi
Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)"*

CILIGON, 11 Oktober 2016

Seminar Nasional Metalurgi dan Material IX 2016



2016



9 772541 072005



Penyusunan dan Penerbitan:
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI,
SAINS DAN INOVASI

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

Penanggungjawab : Dr. Eng. A. Ali Alhamidi

Dewan Redaksi

Ketua : Muhammad Fitrullah, S.T., M.T

Anggota : Abdul Aziz, S.T., M.T
Anistasia Milandia, S.T., M.T
Andinnie Juniarsih, S.T., M.T
Yanyan Dwiyantri, S.Si, M.Si
Aditya Trenggono, S.T., M.Sc

Mitra Bestari : Prof. Anne Zulfia M.Phil.Eng., Ph.D (UI)
Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, ST, MT (UNS)
Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, MT (ITB)
Prof. Ir. Jamasri, Ph.D (UGM)
Dr. Supono Adi Dwiwanto, Ing., Ir (UNJANI)

Pelaksana Redaksi : Alfirano, S.T., M.T., Ph.D
Tri Partuti, S.Si, M.Si
Tiara Triana, S.T., M.T
Bening Nurul Hidayah Kambuna, S.T., M.T
Yeni Muriani Zulaida, S.T., M.T

Penerbit : Jurusan Metalurgi Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman Km. 03 Cilegon, Banten
Telp.0254-395502 ext. 17 Fax. 0254-395440

Alamat Sekretariat : Jurusan Metalurgi Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman Km. 03 Cilegon, Banten
Telp.0254-395502 ext. 17 Fax. 0254-395440

Lukmanul Hakim, Alfrano, Andinnie Juniarsih - PERILAKU TRANSFORMASI FASA γ - HCP PADUAN Co-Cr-Mo ASTM F75 PADA PROSES AGING	499
Lusiana - ANALISA KERUSAKAN PIPA SUPERHEATER PADA BOILER PIPA AIR DI PABRIK KELAPA SAWIT	505
Rochim Suratman dan Priska Kristanti Retnadewi - Studi Pengaruh Kekasaran Permukaan Pada Assembly Baja Karbon Rendah dengan Filler Metal Kuningan Terhadap Zona Transisi Hasil Furnace Brazing Pada Temperatur 950°C	512
Ratna Ekawati, Nafila Amalia - ANALISIS SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI CACAT PADA PRODUK BATANG KAWAT DI PABRIK WIRE ROD MILL	518
Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo, Gregah Yudha, Yoska Oktaviano, Yusep Mujalis dan Tono Sukarnoto - Penerapan Teknologi Pengecoran Dinding Tipis pada Batang Piston	525
Aditianto Ramelan, Riska Rachmantyo, dan Richo Rezky Bukit - Pengaruh Kadar TiO ₂ , Sudut Impak, Dan <i>Feed Rate</i> Terhadap Ketahanan Aus Lapisan Al ₂ O ₃ + TiO ₂ Hasil Pelapisan <i>Flame Spray</i>	532
Rohmad Salam, Sumaryo, Bandriyana, Agus Sujatno, Arbi Dimiyati - Sintesa Paduan ODS Fe-12Cr Menggunakan APS Dengan variasi kandungan ZrO ₂ dan Waktu Milling Dalam Rangka Studi Proses Pembentukan Fasa Pertama	538
Triyono, Nurul Muhayat, dan Arifudin Anggoro - Lapisan Intermetalik pada Interface Sambungan Las Spot TIG Welding Material Tak Sejenis Antara Baja dan Aluminium	544
Riyan Afrizal, Yeni M. Zulaida, Anistasia Milandia, Suryana - PENGARUH GAYA PUTAR VERTIKAL TERHADAP SEGREGASI MAKRO PADUAN SN-BI PADA KOMPOSISI EUTEKTIK DAN HIPEREUTEKTIK	551
SESI PARAREL : REKAYASA MATERIAL	
Herlina, Muki Satya Permana, Rochim Suratman - PRELIMINARY STUDI PENGGUNAAN MATERIAL KOMPOSIT DAN KARAKTERISTIK PROSES MANUFAKTUR PESAWAT TERBANG TANPA AWAK	556
Hermawan Judawisastra, Untung Ari Wibowo, Achmadana Putratama - Karakteristik Sifat Tarik Serat Bambu Petung (<i>Dendrocalamus asper</i>)	561
Ikhsan Purnomo, Mardiyati, dan Steven - Pengaruh Fraksi Volume Serat Serta Panjang Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polipropilena Berpenguat Serat Lidah Mertua	567

Penerapan Teknologi Pengecoran Dinding Tipis pada Batang Piston

Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo^{1,a}, Gregah Yudha¹, Yoska Oktaviano¹, Yusep Mujalis¹ dan
Tono Sukarnoto¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

riantiariobimo@trisakti.ac.id dan rianti.ariobimo@smefi.com

Abstrak

Keberhasilan dalam membuat plat dinding tipis besi tuang nodular (TWDI) dengan ketebalan 1 mm dengan menggunakan sistem pengecoran vertikal mendorong diterapkannya penggunaan teknologi tersebut untuk membuat komponen otomotif yang ringan. Jika komponen otomotif ringan maka konsumsi bahan bakar juga akan lebih hemat. Dengan menggunakan desain pengecoran plat dinding tipis dibuatlah lima buah desain untuk membuat sebuah komponen batang piston dinding tipis. Batang piston dinding tipis ini akan digunakan sebagai komponen pada Vespa PX150. Desain yang telah dibuat kemudian akan disimulasi dengan menggunakan Z-Cast. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain pengecoran plat tipis TWDI dengan sistem vertikal dapat diterapkan pada proses pengecoran komponen batang piston dinding tipis. Semakin banyak jumlah benda cor yang disusun secara vertikal maka pengaruh temperatur logam cair pada saluran masuk bertambah dan cacat penyusutan yang terjadi semakin kecil. Bagian paling sensitif terhadap temperatur saat pengisian adalah ujung kecil dan untuk terbentuknya cacat penyusutan adalah ujung besar.

Kata kunci: pengecoran komponen dinding tipis, sistem vertikal, batang piston, ujung besar, ujung kecil.

PENDAHULUAN

Teknologi pengecoran dinding tipis (*thin wall casting* - TWC) membuka kesempatan bagi besi tuang nodular (DI) dan besi tuang austemper (ADI) untuk bersaing dengan aluminium dalam hal berat. Selama ini aluminium menjadi pilihan bahan dalam komponen otomotif karena aluminium dikenal sebagai material ringan (*light weight material*). Penggunaan material ringan pada komponen otomotif akan mengurangi berat sehingga konsumsi bahan bakar pun dapat dihemat. Penelitian Scherem menunjukkan bahwa setiap pengurangan berat sebanyak 250 lbs (113,6 kg) akan menghemat bahan bakar sebesar 1 mpg (0,425 km per liter) [1], yaitu adanya penambahan jarak yang ditempuh sebesar 0,425 km untuk setiap liter penggunaan bahan bakar. Penelitian yang dilakukan Hornung dalam Bockus menyampaikan bahwa setiap 100 kg pengurangan dari berat kendaraan akan menghemat 0,5 liter bahan bakar untuk 100 km, [2].

TWC didefinisikan sebagai pengecoran dengan ketebalan maksimum 5 mm menurut Caldera [3] dan 3 mm menurut Stefanescu [4]. Aplikasi TWC pada DI akan menghasilkan pengecoran dinding tipis besi tuang nodular (*thin wall ductile iron* - TWDI). Sedangkan penerapan TWC pada ADI akan menghasilkan pengecoran dinding tipis besi tuang nodular (*thin wall austempered ductile iron* - TWADI). Ketebalan TWDI yang dapat dibuat dalam bentuk plat adalah 1 mm [5,6]. Sedangkan Martinez menerapkan TWC untuk mengurangi berat komponen dengan membuat batang piston berongga (*hollow connecting rod*) TWADI dari sebuah mesin 2 silinder untuk menghasilkan 55 HP (40 kWh) pada 5500 rpm [7]. Penggunaan batang piston berongga ini menyebabkan terjadi pengurangan berat sebanyak 200 gram. Hasil pengujian secara mekanis dan aplikasi menunjukkan bahwa batang piston berongga mempunyai kemampuan setara dengan dengan batang piston biasa.

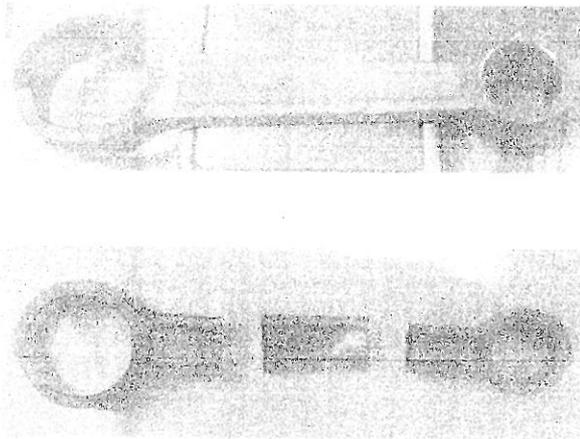
Soedarsono dkk [5,6,8,9,10,11,12] dalam penelitiannya terkait TWDI telah berhasil membuat sebuah desain pengecoran vertikal yang menghasilkan plat TWDI dengan matriks feritis penuh. Matriks feritis penuh ini adalah

persyaratan yang harus dipenuhi ketika akan dilakukan proses austempering untuk memperoleh ADI atau TWADI. Desain pengecoran ini kemudian akan diterapkan dalam membuat sebuah komponen dinding tipis.

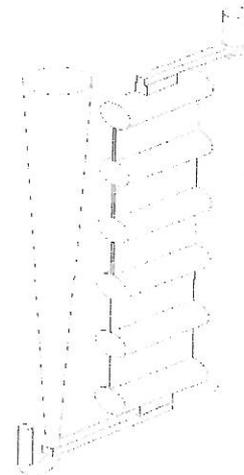
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh penerapan desain pengecoran vertikal dinding tipis plat pada komponen batang piston dengan menggunakan simulasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan melakukan proses karakterisasi dan pengukuran komponen batang piston yang akan dimodifikasi. Bentuk batang piston yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Batang piston ini digunakan pada Vespa PX150. Setelah diperoleh data-data dimensi dan kekuatan, maka akan dilanjutkan dengan pembuatan desain modifikasi. Pada tahap ini selain dilakukan pembuatan desain juga dilakukan perhitungan pengurang berat yang terjadi ketika dilakukan modifikasi. Setelah diperoleh desain modifikasi maka dilanjutkan dengan pembuatan desain pengecoran. Desain pengecoran akan menggunakan dasar desain pengecoran yang digunakan oleh Soedarsono dkk [5,6,8,9,10,11,12] seperti terlihat pada Gambar 2. Desain pengecoran akan dibuat menjadi 5 variasi desain seperti disampaikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Batang Piston



Gambar 2. Dasar Desain Pengecoran

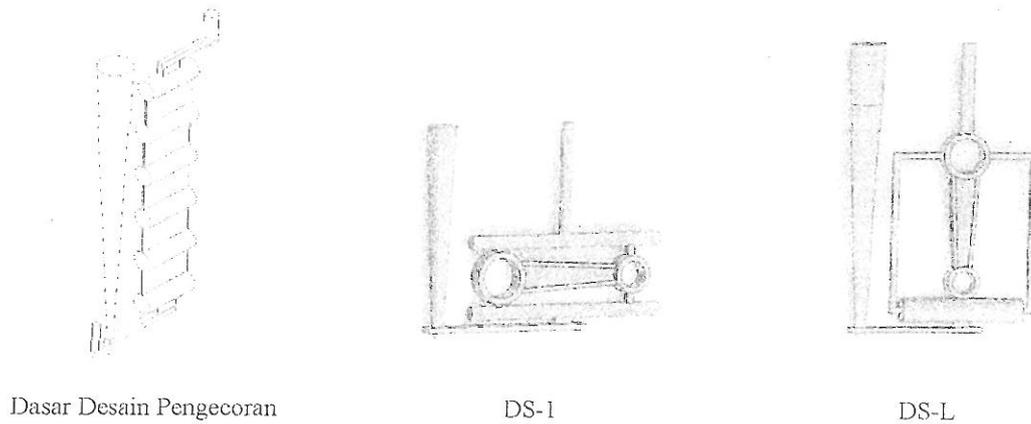
Patent No. IDP000039503

Tabel 1. Penamaan Desain

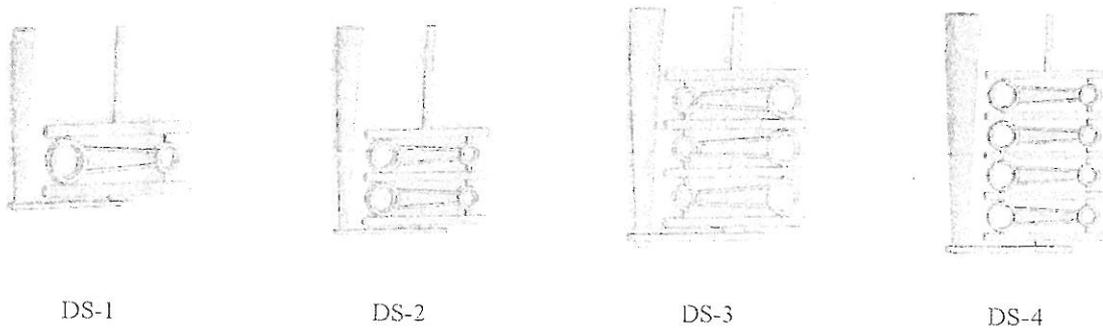
Nama	Penjelasan
DS-1	Hasil 1 benda cor
DS-2	Hasil 2 benda cor
DS-3	Hasil 3 benda cor
DS-4	Hasil 4 benda cor
DS-L	Hasil 1 benda cor dengan desain berbeda

Tabel 2. Hasil Identifikasi Batang Piston

Uraian	Hasil Analisa
Volume (mm ³)	17234
Berat (gram)	136,28
Informasi Bahan	Baja Karbon
Kadar Carbon (%)	0,17
Struktur Mikro	Ferit & Perlit

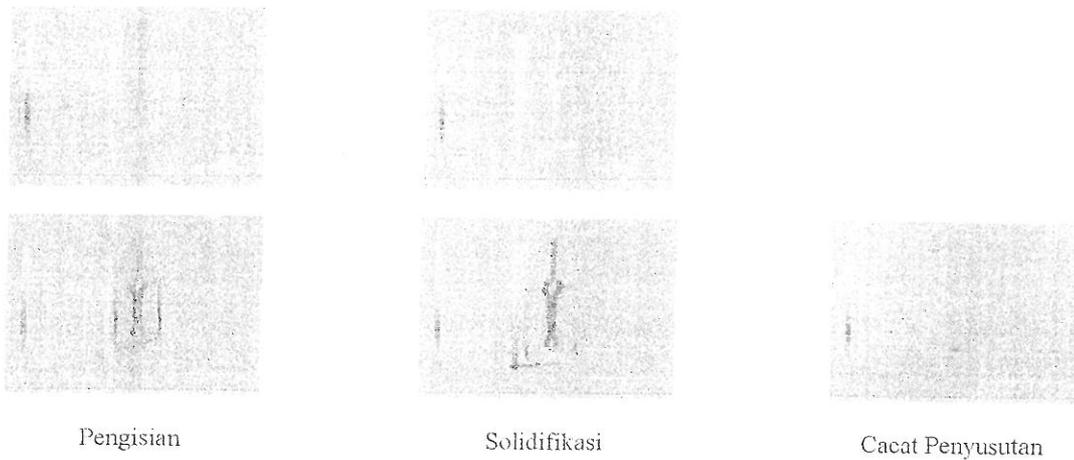


Gambar 5. Desain Pengecoran

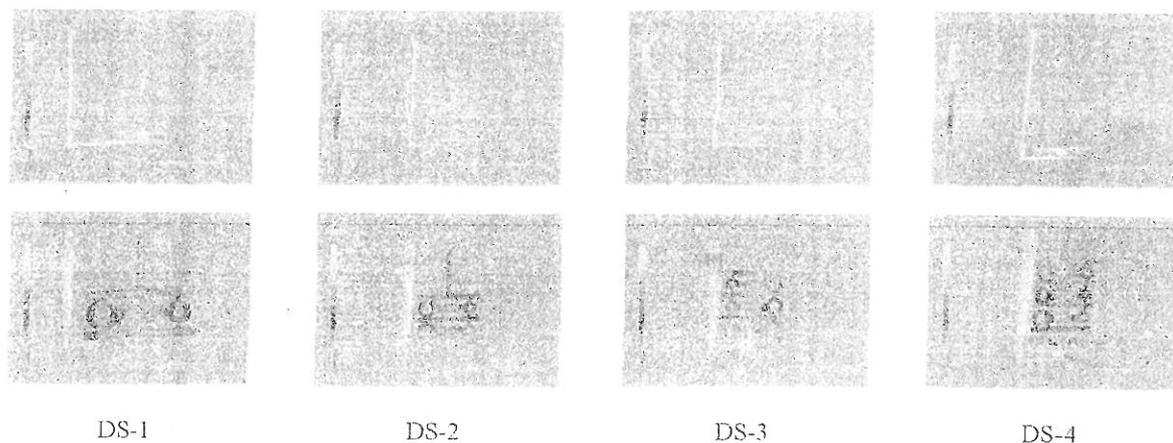


Gambar 6. Desain Pengembangan Desain Pengecoran

Mengambil dasar desain pengecoran plat tipis maka semua desain menggunakan sistem pengecoran vertikal. Desain awal yang dibuat adalah desain untuk menghasilkan 1 buah benda cor pada setiap cetakan. Dibuat 2 buah desain dengan perbedaan terletak pada posisi benda cor yang akan dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 5. Pada desain yang diberi kode *DS-1*, benda cor dibuat tegak lurus terhadap saluran turun. Sedangkan pada desain *DS-L* posisi benda cor sejajar saluran turun. Desain *DS-L* Selanjutnya pengembangan desain dilakukan mengikuti desain *DS-1* tetapi dilakukan penambahan benda cor yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 6. Pada desain *DS-2* dihasilkan 2 benda, desain *DS-3* akan menghasilkan 3 benda dan *DS-4* akan menghasilkan 4 benda.



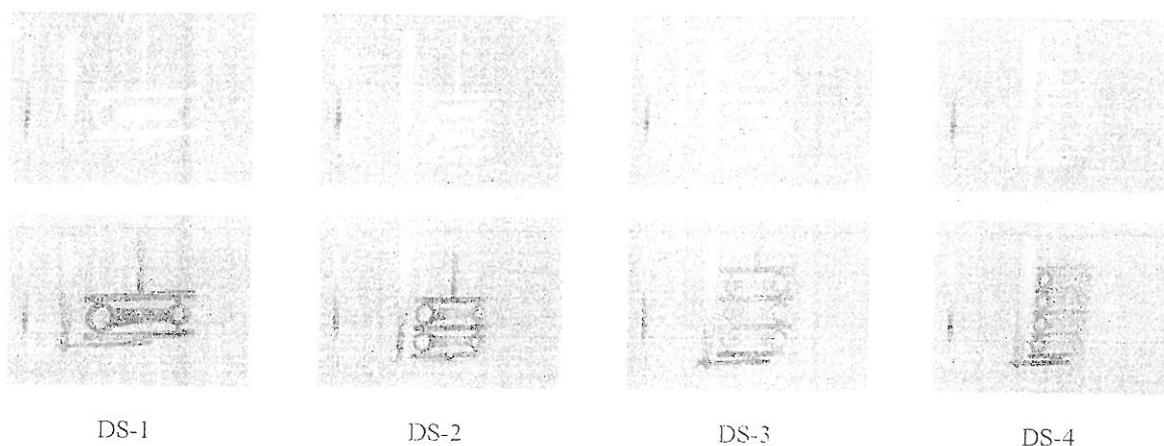
Gambar 7. Hasil Simulasi DS-L



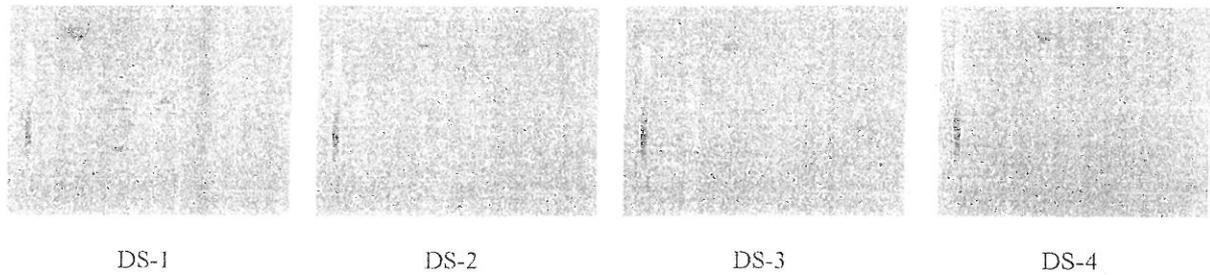
Gambar 8. Hasil Simulasi Proses Pengisian

Hasil simulasi pengisian logam cair seperti terlihat pada Gambar 7 yang dilakukan pada desain DS-L menunjukkan adanya perbedaan temperatur logam cair yang cukup luas pada seluruh bagian cetakan termasuk benda cor yang akan dihasilkan. Walaupun demikian tidak terjadi solidifikasi dini dan semua bagian cetakan dapat terisi penuh. Pada hasil simulasi untuk proses solidifikasi walaupun tetap terjadi perbedaan temperatur yang cukup luas tetapi benda cor terlihat dalam kondisi homogen kecuali pada ujung kecil. Simulasi penyusutan menunjukkan terjadinya penyusutan pada kedua ujung benda cor dengan penyusutan terbesar pada bagian ujung kecil.

Sedangkan hasil pengisian untuk desain DS-1 sampai dengan DS-4 menunjukkan tidak terjadinya solidifikasi dini dan semua bagian cetakan dapat terisi penuh seperti disampaikan pada Gambar 8. Pada akhir proses pengisian terlihat adanya variasi temperatur yang cukup luas pada seluruh bagian terisi, tetapi hal tersebut tidak terjadi pada bagian benda cor. Pada DS-1 menunjukkan bahwa posisi kedua saluran masuk terlihat lebih panas dibandingkan bagian lain tetapi sama untuk kedua titik. Hal yang sama juga dialami oleh DS-2, DS-3 maupun DS-4 hanya tidak ditemukan kesamaan temperatur pada kedua saluran masuk. Pengaruh temperatur logam cair pada saluran masuk bertambah dengan semakin banyaknya benda cor yang dibuat secara vertikal. Bagian saluran masuk yang paling terpengaruh adalah saluran masuk pada bagian ujung kecil. Jika dibandingkan dengan desain DS-L maka temperatur logam cair benda cor pada desain DS-1 sampai DS-4 lebih homogen dan perbedaan yang signifikan hanya terjadi pada posisi saluran masuk. Bagian yang paling sensitif untuk desain DS-L maupun DS-1 sampai DS-4 adalah ujung kecil.



Gambar 9. Hasil Simulasi Solidifikasi



Gambar 10. Hasil Simulasi Cacat Penyusutan

Hasil simulasi untuk proses solidifikasi DS-1 sampai DS-4, seperti terlihat pada Gambar 9, menunjukkan bahwa solidifikasi benda cor yang memiliki temperatur paling homogen adalah desain DS-1. Sedangkan untuk desain lainnya mempunyai homogenitas temperatur berturut-turut DS-2, DS-3 dan DS-4. Temperatur solidifikasi terendah terjadi pada DS-3 sedangkan tertinggi pada DS-1. Diversifikasi temperatur terbesar terlihat pada DS-4. Jika dibandingkan dengan desain DS-L maka benda cor desain DS1 sampai DS-4 mempunyai temperatur solidifikasi yang lebih homogen dibandingkan dengan desain DS-L. Pada desain DS-L kedua ujung masih mempunyai temperatur yang tinggi.

Hasil simulasi cacat penyusutan (*shrinkage*) disajikan pada Gambar 10. Penyusutan pada desain DS-1 mayoritas terjadi pada ujung besar dan sedikit pada ujung kecil. Hal yang sama juga terjadi pada kedua benda cor pada desain DS-2. Sedangkan pada DS-3, penyusutan hanya terjadi pada ujung besar untuk benda cor susunan kedua dan ketiga dihitung dari saluran masuk utama. Tidak ditemukan cacat penyusutan pada benda cor susunan pertama. Sedangkan pada DS-4 cacat penyusutan hanya terlihat pada saluran masuk pada kedua ujung. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah susunan benda cor, cacat penyusutan menjadi semakin kecil. Jika dibandingkan dengan desain DS-L terlihat bahwa penyusutan pada ujung besar DS-L cenderung berputar sedangkan pada DS1 sampai DS-4 cenderung terlokalisasi pada satu bagian tertentu.

Tabel 3. Perhitungan Effisiensi

Kode	Volume Benda Coran	Volume Total	Effisiensi
DS-1	41249,4	81519,6	51
DS-2	70717,0	164096,8	43
DS-3	100186,2	252194,8	40
DS-4	129654,0	413566,1	31
DS-L	56800,9	145715,5	39

Ketika dilakukan perhitungan efisiensi atau *casting yield*, seperti terlihat pada Tabel 3, terlihat bahwa efisiensi terbesar terjadi pada DS-1. Sedangkan efisiensi terkecil justru terjadi pada DS-4. DS-4 mempunyai jumlah benda cor yang dihasilkan terbanyak dibandingkan dengan desain lainnya. Hal ini menyebabkan jumlah susunan benda cor menjadi lebih banyak dan begitu pula sistem saluran tuang yang mendampinginya. Dengan semakin banyaknya sistem saluran tuang maka peluang untuk cacat penyusutan terjadi menjadi semakin kecil mengingat banyaknya pendukung yang akan mengisi kekurangan logam cair dalam proses solidifikasinya. Efisiensi yang dimiliki oleh DS-L pun termasuk dalam katagori rendah padahal desain DS-L menggunakan lebih sedikit sistim saluran tuang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa secara simulasi desain pengecoran plat tipis TWDI dengan sistem vertikal dapat diterapkan pada proses pengecoran komponen batang piston dinding tipis. Tidak ditemukan terjadinya solidifikasi dini dan seluruh bagian cetakan dapat terisi penuh untuk semua desain yang dibuat. Proses solidifikasi pada benda cor cenderung homogen untuk desain pengecoran yang mengikuti desain pengecoran plat tipis. Semakin banyak jumlah benda cor yang disusun secara vertikal maka pengaruh temperatur logam cair pada saluran masuk bertambah dan cacat penyusutan yang terjadi semakin kecil.

Pada proses pengecoran komponen batang piston dinding tipis ini berdasarkan simulasi pengisian ujung kecil adalah bagian yang paling panas sedangkan berdasarkan simulasi cacat penyusutan maka ujung besar adalah bagian yang paling rentan terhadap terbentuknya cacat.

REFERENSI

- [1] K.K. Schrems, J.A. Hawk, Ö.N. Doğan dan A.P. Druschitz: SAE Technical Paper Doc. No. : 2003-01-0828, 2003.
- [2] S. Bočkus, A. Venckūnas dan G. Žaldarys: *Materials Science*, 2008. 14(2): p.115.
- [3] M. Caldera, M. Chapetti, J.M. Massone, dan J.A. Sikora: *Mater. Sci. Technol*, Vol. 23 No. 8 (2007), pp. 1000.
- [4] D.M. Stefanescu, L.P. Dix, R.E. Ruxanda, C. Corbitt-Coburn, dan T.S. Piwonka: *AFS Trans*, Vol. 110 (2002), pp. 1149.
- [5] J.W. Soedarsono dan R.D Sulamet-Ariobimo: *AMM*, 415-417(2012), pp. 831.
- [6] B. Suharno, J.W. Soedarsono, T.P. Soemardi, dan R.D. Sulamet-Ariobimo: *AMR*, 277(2011), 66.
- [7] R.A. Martinez, R.E. Boeri dan J.A. Sikora in: *Proceeding of 2002 world conference on ADI, AFS*, 2002.
- [8] J.W. Soedarsono, B. Suharno dan R.D. Sulamet-Ariobimo, *AMR*. 415-417(2012), 831.
- [9] J.W. Soedarsono, B. Suharno dan R.D. Sulamet-Ariobimo, *AMM*. 152-154(2012), 1607
- [10] R.D. Sulamet-Ariobimo, J.W. Soedarsono dan B. Suharno, *AMR*. 652-654(2013), 2404.
- [11] R.D. Sulamet-Ariobimo, J.W. Soedarsono dan B. Suharno, *AMR*. 702(2013), 269.
- [12] R.D. Sulamet-Ariobimo, J.W. Soedarsono dan B. Suharno, *AMM*. 752-753(2015), 845.

Penerapan Teknologi Pengecoran Dinding Tipis pada Batang Piston

by Rianti Dewi Sulamet-ariobimo

Submission date: 14-Oct-2019 01:03PM (UTC+0700)

Submission ID: 1192357197

File name: rapan_Teknologi_Pengecoran_Dinding_Tipis_pada_Batang_Piston.docx (556.96K)

Word count: 1775

Character count: 11076

Penerapan Teknologi Pengecoran Dinding Tipis pada Batang Piston

Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo^{1,a}, Gregah Yudha¹, Yoska Oktaviano¹, Yusep Mujalis¹ dan Tono Sukarnoto¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

^ariantiariobimo@trisakti.ac.id dan rianti.ariobimo@gmail.com

Abstrak

Keberhasilan dalam membuat plat dinding tipis besi tuang nodular (TWDI) dengan ketebalan 1 mm dengan menggunakan sistem pengecoran vertikal mendorong diterapkannya penggunaan teknologi tersebut untuk membuat komponen otomotif yang ringan. Jika komponen otomotif ringan maka konsumsi bahan bakar juga akan lebih hemat. Dengan menggunakan desain pengecoran plat dinding tipis dibuatlah lima buah desain untuk membuat sebuah komponen batang piston dinding tipis. Batang piston dinding tipis ini akan digunakan sebagai komponen pada Vespa PX150. Desain yang telah dibuat kemudian akan disimulasi dengan menggunakan Z-Cast. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain pengecoran plat tipis TWDI dengan sistem vertikal dapat diterapkan pada proses pengecoran komponen batang piston dinding tipis. Semakin banyak jumlah benda cor yang disusun secara vertikal maka pengaruh temperatur logam cair pada saluran masuk bertambah dan cacat penyusutan yang terjadi semakin kecil. Bagian paling sensitif terhadap temperatur saat pengisian adalah ujung kecil dan untuk terbentuknya cacat penyusutan adalah ujung besar.

Kata kunci: pengecoran komponen dinding tipis, sistem vertikal, batang piston, ujung besar, ujung kecil.

PENDAHULUAN

Teknologi pengecoran dinding tipis (*thin wall casting* - TWC) membuka kesempatan bagi besi tuang nodular (DI) dan besi tuang austemper (ADI) untuk bersaing dengan aluminium dalam hal berat. Selama ini aluminium menjadi pilihan bahan dalam komponen otomotif karena aluminium dikenal sebagai material ringan (*light weight material*). Penggunaan material ringan pada komponen otomotif akan mengurangi berat sehingga konsumsi bahan bakar pun dapat dihemat. Penelitian Scherem menunjukkan bahwa setiap pengurangan berat sebanyak 250 lbs (113,6 kg) akan menghemat bahan bakar sebesar 1 mpg (0,425 km per liter) [1], yaitu adanya penambahan jarak yang ditempuh sebesar 0,425 km untuk setiap liter penggunaan bahan bakar. Penelitian yang dilakukan Hornung dalam Bockus menyampaikan bahwa setiap 100 kg pengurangan dari berat kendaraan akan menghemat 0,5 liter bahan bakar untuk 100 km, [2].

TWC didefinisikan sebagai pengecoran dengan ketebalan maksimum 5 mm menurut Caldera [3] dan 3 mm menurut Stefanescu [4]. Aplikasi TWC pada DI akan menghasilkan pengecoran dinding tipis besi tuang nodular (*thin wall ductile iron* – TWDI). Sedangkan penerapan TWC pada ADI akan menghasilkan pengecoran dinding tipis besi tuang nodular (*thin wall austempered ductile iron* – TWADI). Ketebalan TWDI yang dapat dibuat dalam bentuk plat adalah 1 mm [5,6]. Sedangkan Martinez menerapkan TWC untuk mengurangi berat komponen dengan membuat batang piston berongga (*hollow connecting rod*) TWADI dari sebuah mesin 2 silinder untuk menghasilkan 55 HP (40 kWh) pada 5500 rpm [7]. Penggunaan batang piston berongga ini menyebabkan terjadi pengurangan berat sebanyak 200 gram. Hasil pengujian secara mekanis dan aplikasi menunjukkan bahwa batang piston berongga mempunyai kemampuan setara dengan dengan batang piston biasa.

Soedarsono dkk [5,6,8,9,10,11,12] dalam penelitiannya terkait TWDI telah berhasil membuat sebuah desain pengecoran vertikal yang menghasilkan plat TWDI dengan matriks feritis penuh. Matriks feritis penuh ini adalah

persyaratan yang harus dipenuhi ketika akan dilakukan proses austempering untuk memperoleh ADI atau TWADI. Desain pengecoran ini kemudian akan diterapkan dalam membuat sebuah komponen dinding tipis.

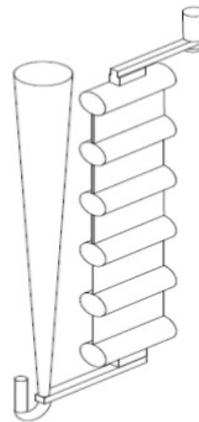
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh penerapan desain pengecoran vertikal dinding tipis plat pada komponen batang piston dengan menggunakan simulasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan melakukan proses karakterisasi dan pengukuran komponen batang piston yang akan dimodifikasi. Bentuk batang piston yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Batang piston ini digunakan pada Vespa PX150. Setelah diperoleh data-data dimensi dan kekuatan, maka akan dilanjutkan dengan pembuatan desain modifikasi. Pada tahap ini selain dilakukan pembuatan desain juga dilakukan perhitungan pengurangan berat yang terjadi ketika dilakukan modifikasi. Setelah diperoleh desain modifikasi maka dilanjutkan dengan pembuatan desain pengecoran. Desain pengecoran akan menggunakan dasar desain pengecoran yang digunakan oleh Soedarsono dkk [5,6,8,9,10,11,12] seperti terlihat pada Gambar 2. Desain pengecoran akan dibuat menjadi 5 variasi desain seperti disampaikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Batang Piston



Gambar 2. Dasar Desain Pengecoran

Paten No. IDP000039503

Tabel 1. Penamaan Desain

Nama	Penjelasan
DS-1	Hasil 1 benda cor
DS-2	Hasil 2 benda cor
DS-3	Hasil 3 benda cor
DS-4	Hasil 4 benda cor
DS-L	Hasil 1 benda cor dengan desain berbeda

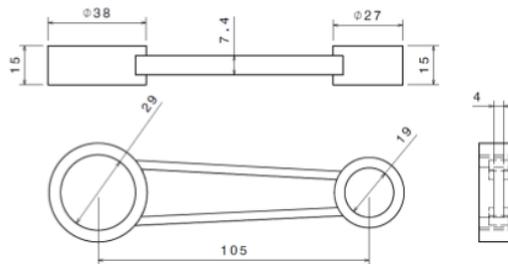
Tabel 2. Hasil Identifikasi Batang Piston

Uraian	Hasil Analisa
Volume (mm ³)	17234
Berat (gram)	136,28
Informasi Bahan	Baja Karbon
Kadar Carbon (%)	0,17
Struktur Mikro	Ferit & Perlit

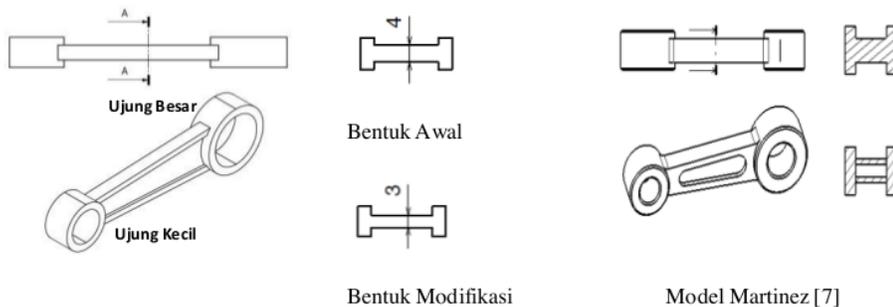
Selanjutnya desain-desain tersebut akan dievaluasi dengan menggunakan simulasi Z-Cast. Simulasi yang dilakukan akan meliputi simulasi untuk proses pengisian dan solidifikasi serta pembentukan cacat yang terjadi. Selain itu juga dilakukan evaluasi terhadap efisiensi pengecoran yang dikenal dengan *casting yield*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

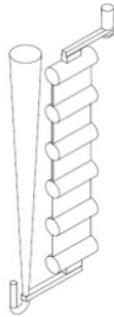
Hasil karakteristik dan pengukuran batang piston dapat dilihat pada Tabel 2. Dimensi pada batang piston dapat dilihat pada Gambar 3. Modifikasi dilakukan dengan mengurangi ketebalan batang. Ketebalan batang tersebut dikurangi secara bertahap dan pengurangan ketebalan pada penelitian ini adalah sebesar 1 mm seperti terlihat pada Gambar 4. Jika dibandingkan dengan pekerjaan yang dilakukan oleh Martinez dkk [7] maka proses pengurangan berat pada penelitian ini tidak dilakukan dengan membuat rongga pada batang piston melainkan hanya menipiskan daerah batang piston. Proses pembuatan rongga tidak dilakukan karena kekuatan benda padat lebih tinggi dibandingkan benda yang mempunyai rongga. Selain itu dalam desain rongga dibutuhkan inti. Penggunaan inti akan berarti terjadinya penambahan tahapan dalam desain dan proses pengecoran yang akan dilakukan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka pengurangan ketebalan batang piston sebanyak 1 mm tersebut akan mengurangi berat sebanyak 13%.



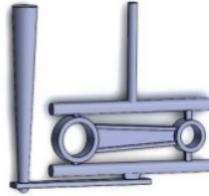
Gambar 3. Dimensi Batang Piston



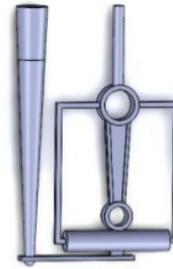
Gambar 4. Desain Pengurangan Berat Komponan



Dasar Desain Pengecoran



DS-1



DS-L

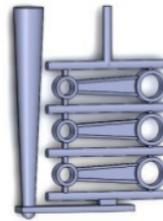
Gambar 5. Desain Pengecoran



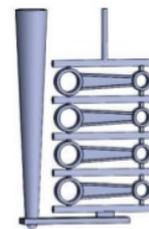
DS-1



DS-2



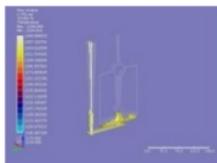
DS-3



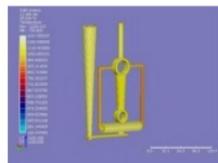
DS-4

Gambar 6. Desain Pengembangan Desain Pengecoran

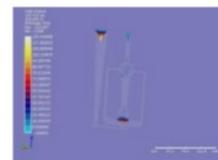
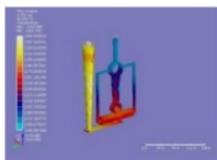
Mengambil dasar desain pengecoran plat tipis maka semua desain menggunakan sistem pengecoran vertikal. Desain awal yang dibuat adalah desain untuk menghasilkan 1 buah benda cor pada setiap cetakan. Dibuat 2 buah desain dengan perbedaan terletak pada posisi benda cor yang akan dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 5. Pada desain yang diberi kode DS-1, benda cor dibuat tegak lurus terhadap saluran turun. Sedangkan pada desain DS-L posisi benda cor sejajar saluran turun. Desain DS-L Selanjutnya pengembangan desain dilakukan mengikuti desain DS-1 tetapi dilakukan penambahan benda cor yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 6. Pada desain DS-2 dihasilkan 2 benda, desain DS-3 akan menghasilkan 3 benda dan DS-4 akan menghasilkan 4 benda.



Pengisian

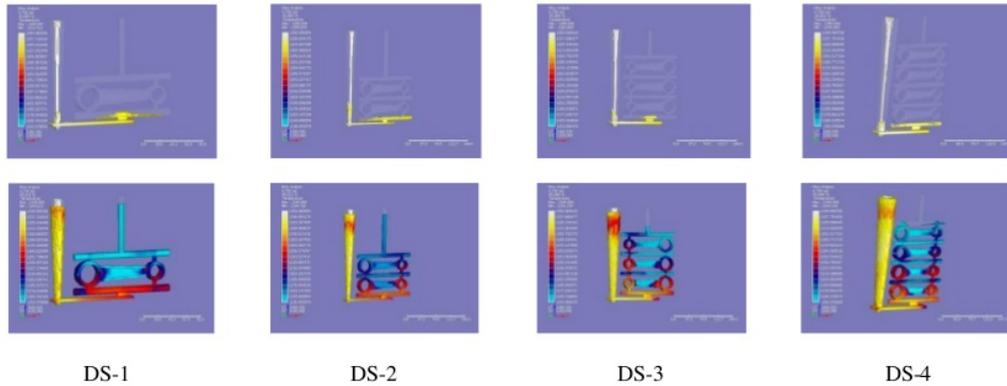


Solidifikasi



Cacat Penyusutan

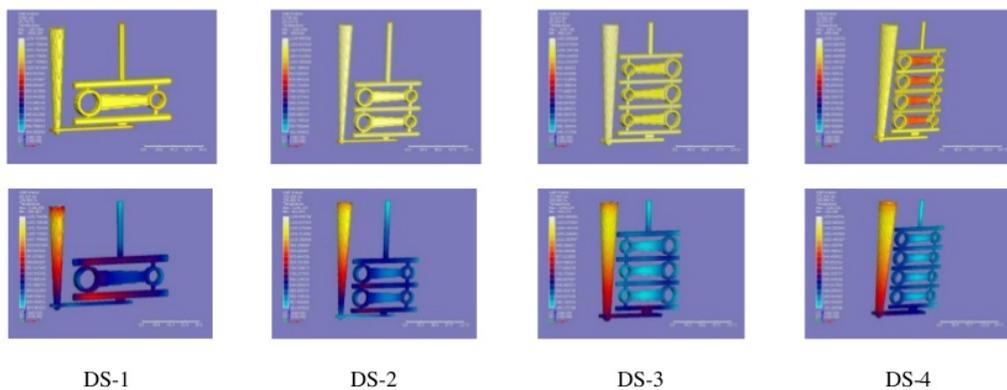
Gambar 7. Hasil Simulasi DS-L



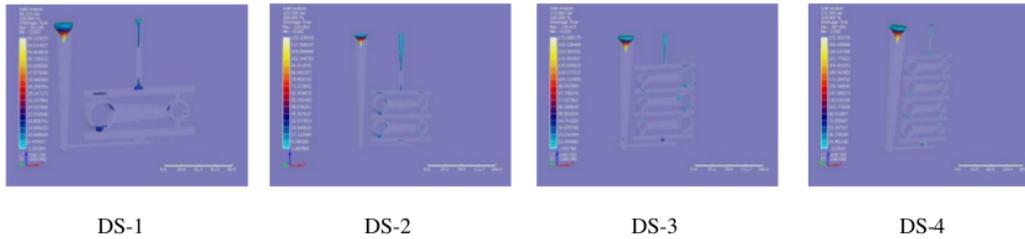
Gambar 8. Hasil Simulasi Proses Pengisian

Hasil simulasi pengisian logam cair seperti terlihat pada Gambar 7 yang dilakukan pada desain DS-L menunjukkan adanya perbedaan temperatur logam cair yang cukup luas pada seluruh bagian cetakan termasuk benda cor yang akan dihasilkan. Walaupun demikian tidak terjadi solidifikasi dini dan semua bagian cetakan dapat terisi penuh. Pada hasil simulasi untuk proses solidifikasi walaupun tetap terjadi perbedaan temperatur yang cukup luas tetapi benda cor terlihat dalam kondisi homogen kecuali pada ujung kecil. Simulasi penyusutan menunjukkan terjadinya penyusutan pada kedua ujung benda cor dengan penyusutan terbesar pada bagian ujung kecil.

Sedangkan hasil pengisian untuk desain DS-1 sampai dengan DS-4 menunjukkan tidak terjadinya solidifikasi dini dan semua bagian cetakan dapat terisi penuh seperti disampaikan pada Gambar 8. Pada akhir proses pengisian terlihat adanya variasi temperatur yang cukup luas pada seluruh bagian terisi, tetapi hal tersebut tidak terjadi pada bagian benda cor. Pada DS-1 menunjukkan bahwa posisi kedua saluran masuk terlihat lebih panas dibandingkan bagian lain tetapi sama untuk kedua titik. Hal yang sama juga dialami oleh DS-2, DS-3 maupun DS-4 hanya tidak ditemukan kesamaan temperatur pada kedua saluran masuk. Pengaruh temperatur logam cair pada saluran masuk bertambah dengan semakin banyaknya benda cor yang dibuat secara vertikal. Bagian saluran masuk yang paling terpengaruh adalah saluran masuk pada bagian ujung kecil. Jika dibandingkan dengan desain DS-L maka temperatur logam cair benda cor pada desain DS-1 sampai DS-4 lebih homogen dan perbedaan yang signifikan hanya terjadi pada posisi saluran masuk. Bagian yang paling sensitif untuk desain DS-L maupun DS-1 sampai DS-4 adalah ujung kecil.



Gambar 9. Hasil Simulasi Solidifikasi



Gambar 10. Hasil Simulasi Cacat Penyusutan

Hasil simulasi untuk proses solidifikasi DS-1 sampai DS-4, seperti terlihat pada Gambar 9, menunjukkan bahwa solidifikasi benda cor yang memiliki temperatur paling homogen adalah desain DS-1. Sedangkan untuk desain lainnya mempunyai homogenitas temperatur berturut-turut DS-2, DS-3 dan DS-4. Temperature solidifikasi terendah terjadi pada DS-3 sedangkan tertinggi pada DS-1. Diversifikasi temperatur terbesar terlihat pada DS-4. Jika dibandingkan dengan desain DS-L maka benda cor desain DS1 sampai DS-4 mempunyai temperatur solidifikasi yang lebih homogen dibandingkan dengan desain DS-L. Pada desain DS-L kedua ujung masih mempunyai temperatur yang tinggi.

Hasil simulasi cacat penyusutan (*shrinkage*) disajikan pada Gambar 10. Penyusutan pada desain DS-1 mayoritas terjadi pada ujung besar dan sedikit pada ujung kecil. Hal yang sama juga terjadi pada kedua benda cor pada desain DS-2. Sedangkan pada DS-3, penyusutan hanya terjadi pada ujung besar untuk benda cor susunan kedua dan ketiga dihitung dari saluran masuk utama. Tidak ditemukan cacat penyusutan pada benda cor susunan pertama. Sedangkan pada DS-4 cacat penyusutan hanya terlihat pada saluran masuk pada kedua ujung. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah susunan benda cor, cacat penyusutan menjadi semakin kecil. Jika dibandingkan dengan desain DS-L terlihat bahwa penyusutan pada ujung besar DS-L cenderung berputar sedangkan pada DS1 sampai DS-4 cenderung terlokalisasi pada satu bagian tertentu.

Tabel 3. Perhitungan Effisiensi

Kode	Volume Benda Coran	Volume Total	Effisiensi
DS-1	41249,4	81519,6	51
DS-2	70717,0	164096,8	43
DS-3	100186,2	252194,8	40
DS-4	129654,0	413566,1	31
DS-L	56800,9	145715,5	39

Ketika dilakukan perhitungan efisiensi atau *casting yield*, seperti terlihat pada Tabel 3, terlihat bahwa efisiensi terbesar terjadi pada DS-1. Sedangkan efisiensi terkecil justru terjadi pada DS-4. DS-4 mempunyai jumlah benda cor yang dihasilkan terbanyak dibandingkan dengan desain lainnya. Hal ini menyebabkan jumlah susunan benda cor menjadi lebih banyak dan begitu pula sistem saluran tuang yang mendampinginya. Dengan semakin banyaknya sistem saluran tuang maka peluang untuk cacat penyusutan terjadi menjadi semakin kecil mengingat banyaknya pendukung yang akan mengisi kekurangan logam cair dalam proses solidifikasinya. Efisiensi yang dimiliki oleh DS-L pun termasuk dalam katagori rendah padahal desain DS-L menggunakan lebih sedikit sistim saluran tuang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa secara simulasi desain pengecoran plat tipis TWDI dengan sistem vertikal dapat diterapkan pada proses pengecoran komponen batang piston dinding tipis. Tidak ditemukan terjadinya solidifikasi dini dan seluruh bagian cetakan dapat terisi penuh untuk semua desain yang dibuat. Proses solidifikasi pada benda cor cenderung homogen untuk desain pengecoran yang mengikuti desain pengecoran plat tipis. Semakin banyak jumlah benda cor yang disusun secara vertikal maka pengaruh temperatur logam cair pada saluran masuk bertambah dan cacat penyusutan yang terjadi semakin kecil.

Pada proses pengecoran komponen batang piston dinding tipis ini berdasarkan simulasi pengisian ujung kecil adalah bagian yang paling panas sedangkan berdasarkan simulasi cacat penyusutan maka ujung besar adalah bagian yang paling rentan terhadap terbentuknya cacat.

Penerapan Teknologi Pengecoran Dinding Tipis pada Batang Piston

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

1%

★ wandiwahyudi.web.id

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 10 words