

Efek Modifikasi Cetakan Terhadap Pembuatan Batang Piston Dinding Tipis

by Rianti Dewi Sulamet-ariobimo

Submission date: 14-Dec-2020 11:04AM (UTC+0700)

Submission ID: 1474279949

File name: ikasi_Cetakan_Terhadap_Pembuatan_Batang_Piston_Dinding_Tipis.pdf (812.02K)

Word count: 2210

Character count: 13738

Efek Modifikasi Cetakan Terhadap Pembuatan Batang Piston Dinding Tipis

Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo^{1,a)}, Muhammad Fadlan¹, Tono Sukarnoto¹, Yoska Oktaviano¹, &

Yusep Mujalis¹

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

^{a)}riantiariobimo@trisakti.ac.id dan rianti.ariobimo@gmail.com

Abstract.

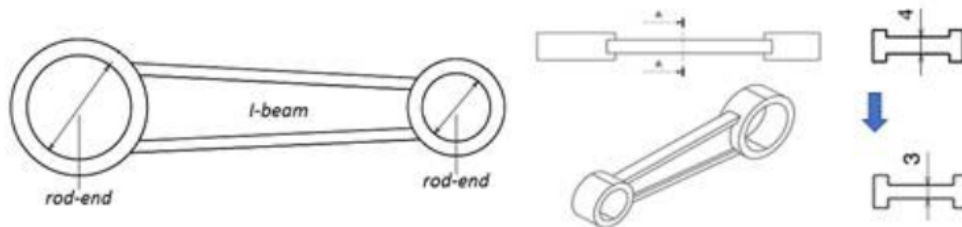
Sebuah desain pengecoran plat dinding tipis untuk komponen batang piston yang lebih ringan telah berhasil dibuat. Desain tersebut dibuat berdasarkan desain pengecoran plat dinding tipis besi tuang nodular (TWDI) dengan paten nomor IDP000039503. Proses pengecoran yang dibuat berdasarkan desain tersebut telah menghasilkan sebuah batang piston dinding tipis dengan berat yang lebih ringan sebesar 36 gram. Dalam proses pengecoran tersebut dilakukan beberapa variasi pada cetakan yang digunakan. Variasi dilakukan dengan menggunakan cawan tuang tambahan dan perlakuan yang berbeda pada pelapis cetakan. Pengamatan struktur mikro dan pengujian tarik akan dilakukan terhadap batang piston yang dihasilkan. Uji tarik akan dilakukan dalam bentuk komponen batang piston, bukan dalam bentuk benda uji tarik. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara daerah yang ditipiskan (*I-beam*) dengan daerah normal (*rod-end*). Sedangkan hasil uji Tarik menunjukkan semua nilai tarik yang diperoleh tidak memenuhi standar minimal untuk FCD450. Hal ini disebabkan karena saat uji tarik digunakan pemegang tambahan yang dapat menimbulkan momen.

1. PENDAHULUAN

Proses penipisan sebanyak 1 mm yang dilakukan terhadap bagian *I-beam* dari sebuah komponen batang piston yang terbuat dari besi tuang nodular seperti terlihat pada Gambar 1 menunjukkan penurunan berat sebesar 36 gram [1]. Hal ini membuktikan bahwa penerapan teknologi pengecoran dinding tipis (thin wall casting - TWC) akan membantu besi tuang nodular (DI) dan besi tuang austemper (ADI) untuk bersaing dengan aluminium dan digunakan kembali sebagai bahan komponen otomotif. Pengembangan desain yang dilakukan oleh Soedarsono dkk [2-9] telah menghasilkan desain pembuatan pelat dinding tipis besi tuang nodular (*thin wall ductile iron – TWDI*).

8 November 2017

Salah satu desain Soedasono dkk dengan paten nomor IDP000039503 digunakan untuk membuat desain pengecoran **batang piston dinding tipis** [10].



GAMBAR 1. Batang piston dinding tipis [1,10]

Desain pengecoran batang piston dinding tipis [10] yang dibuat mempunyai perbedaan dengan desain Martinez [11]. Martinez membuat desain batang piston berongga (hollow connecting rod) sedangkan desain yang dibuat oleh Sulamet-Ariobimo dkk [10] tidak berongga. Pemilihan ini dilakukan untuk menyederhanakan desain dan menghindari penggunaan inti sehingga mengurangi tingkat kesulitan proses pengecoran.

Setelah dilakukan proses pengecoran dengan menggunakan desain yang dibuat [10] ditemukan beberapa cacat yang harus diperbaiki. Perbaikan yang dilakukan menghasilkan komponen batang piston dinding tipis yang lebih baik [1]. Modifikasi dilakukan pada cetakan pada saat dilakukan proses pengecoran menggunakan pola yang baru. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh modifikasi cetakan terhadap kualitas komponen batang piston dinding tipis besi tuang nodular. Modifikasi pada cetakan dilakukan dengan penggunaan cawan tuang tambahan dan pembakaran pelapis (*coating*) menggunakan alat pembakar (*burner*).

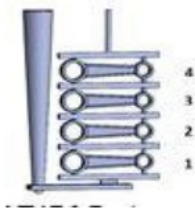
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dalam skala industri ini dimulai dengan melakukan proses pengecoran menggunakan desain yang dipilih berdasarkan efisiensi pengecoran (*casting yield*) [1,10]. Desain yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2. Proses pengecoran dilakukan pada beberapa cetakan yang dimodifikasi kondisinya. Adapun penamaan dan kondisi cetakan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Pelapis yang digunakan adalah grafit. Proses pelapisan dilakukan dengan metode pengecatan. Pelapisan akan dilakukan pada Cetakan A, Cetakan B dan Cetakan D.

8 November 2017

Setelah proses pelapisan selesai maka cetakan akan dibakar dengan cara menyalakan lapisan grafit tadi menggunakan korek api. Lapisan grafit tersebut akan terbakar karena adanya alkohol. Api pada cetakan akan padam dengan sendirinya ketika alkohol dalam lapisan habis. Pada Cetakan D pembakaran dilakukan menggunakan alat pembakar untuk waktu tertentu sebelum akhirnya dibiarkan padam.

Logam cair yang digunakan dalam proses pengecoran adalah logam cair untuk kelas FCD 450 dengan komposisi kimia seperti terlihat pada Tabel 2. Proses *pouring* dimulai pada 1395°C . Total waktu tuang adalah 5 detik. Susunan penuangan dapat dilihat pada Gambar 3.



GAMBAR 2. Desain pengecoran batang piston dinding tipis [10]



GAMBAR 3. Susunan cetakan saat penuangan.

TABLE 1. Penamaan Cetakan

Nama	Kondisi
A	Menggunakan cawan tuang tambahan dan pelapis kondisi normal
B	Tidak menggunakan cawan tuang tambahan dan pelapis kondisi normal
C	Tidak menggunakan cawan tuang tambahan maupun pelapis
D	Menggunakan cawan tuang tambahan dan pelapis dibakar menggunakan alat pembakar (<i>burner</i>)



GAMBAR 4. Hasil pembongkaran cetakan.



GAMBAR 5. Komponen batang piston dinding tipis.

8 November 2017



GAMBAR 6. Benda uji pengamatan mikro.



GAMBAR 7. Jig pemegang benda uji.

Setelah proses pengecoran akan dilakukan proses pembongkaran cetakan dan proses permesinan untuk membersihkan dan memisahkan komponen dari sistim saluran tuangnya. Hasil pembongkaran cetakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Sedangkan komponen batang piston dinding tipis terlihat pada Gambar 5. Setelah diperoleh batang piston dinding tipis maka proses selanjutnya adalah melakukan pengamatan struktur mikro dan pengujian tarik. Proses pengamatan struktur mikro dilakukan pada 2 daerah, yaitu daerah yang ditipiskan (*I-beam*) dan daerah yang ketebalan normal (*rod-end*) seperti terlihat pada Gambar 6. Perhitungan jumlah nodul menggunakan aplikasi tak berbayar ImageJ Fiji. Pengujian tarik akan dilakukan pada batang piston yang berada pada posisi 2 seperti terlihat pada Gambar 2. Pengujian tarik akan dilakukan dalam bentuk komponen sehingga digunakan pemegang (*jig*) khusus seperti terlihat pada Gambar 7.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan cawan tuang tambahan di luar sistem saluran tuang akan menambahkan perbedaan ketinggian sehingga tekanan hidrostatik pada logam cair akan bertambah. Sedangkan penggunaan lapisan (*coating*) pada cetakan bertujuan agar pasir tidak terkikis saat proses pengisian logam cair dan terjadi peningkatan kualitas profil kekasaran permukaan. Proses pembakaran lapisan dilakukan dengan tujuan untuk menyatukan antara pelapis dengan pasir cetak sekaligus untuk mencegah masuknya pasir cetak ke dalam logam cair.

Tabel 2. Komposisi kimia logam cair

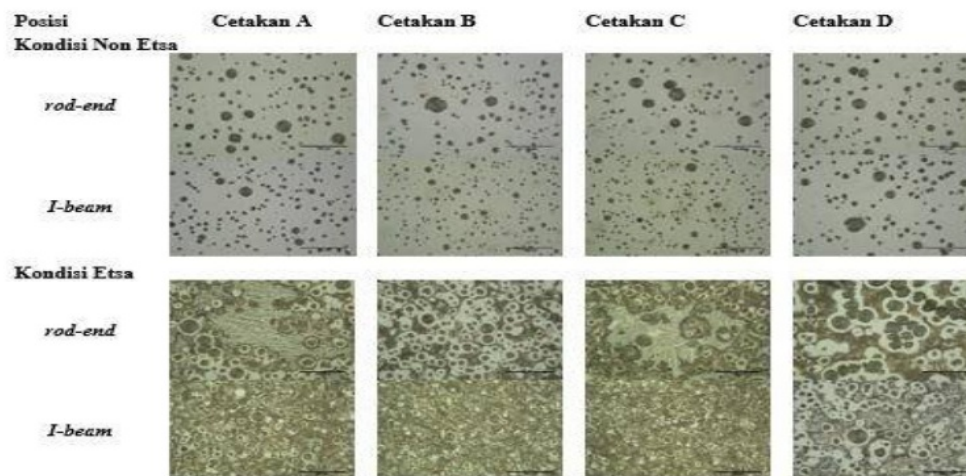
Unsur	Standar ASTM	Hasil Pengujian
Karbon (C)	3,60 – 3,80 %	3,67 %
Silikon (Si)	1,80 – 2,80 %	2,78 %
Mangan (Mn)	0,15 – 1,00 %	0,35 %
Magnesium (Mg)	0,03 – 0,06 %	0,04 %
Fosfor (P)	< 0,30 %	0,01 %
Sulfur (S)	< 0,02 %	0,01 %
Tembaga (Cu)	0,015 – 1,00 %	0,22 %
Krom (Cr)	0,03 – 0,07 %	0,06 %
Nikel (Ni)	0,05 – 2,00 %	0,04 %
Molybdenum (Mo)	0,01 – 0,10 %	0,01 %
Nilai CE-1	%C + 0,31%Si	4,53 %
Nilai CE-2	%C + 0,31%Si + 0,55%P - 0,027%Mn + 0,4%S	4,53 %

Komposisi kimia logam cair yang digunakan tidak menunjukkan adanya penyimpangan dari standar ASTM. Nilai CE yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 4,53%. Merujuk pada Martinez [11] maka CE yang dihasilkan masuk dalam standar untuk membuat TWDI, yaitu 4,4 sampai 4,6. Demikian juga jika merujuk kepada Stefanescu [12]. Melihat hasil perhitungan nilai CE maka matriks yang dimiliki oleh besi tuang nodular ini tidak 100% ferit karena nilai CE yang dimilikinya dibawah 4,667 seperti disampaikan oleh Soedarsono [5] dan Sulamet-Ariobimo [8].

Hasil pengamatan struktur mikro dalam kondisi tidak dietsa seperti terlihat pada Gambar 8 menunjukkan bahwa grafit yang terbentuk pada bagian normal (*rod-end*) mempunyai diameter yang lebih besar jika dibandingkan dengan bagian yang ditipiskan (*I-beam*). Nodularitas grafit pada daerah *rod-end* cenderung lebih rendah dari daerah *I-beam*. Penyebaran grafit yang lebih merata terlihat pada daerah *I-beam*. Perbedaan ini terjadi karena kecepatan solidifikasi pada *I-beam* lebih cepat dibandingkan *rod-end*. Kecepatan pendinginan yang terjadi pada *I-beam* mengikuti prinsip proses solidifikasi pengecoran dinding tipis sedangkan bagian *rod-end* mengikuti prinsip solidifikasi pada pengecoran besi tuang nodular. Grafit primer terbentuk pada *I-beam* maupun *rod-end*. Ketika analisa dilakukan terhadap modifikasi yang dibuat pada cetakan maka terlihat adanya kemiripan struktur mikro yang terbentuk antara *rod-end* dengan *I-beam* pada masing-masing cetakan. Perbedaan yang signifikan terlihat pada ukuran diameter grafit. Diameter grafit pada bagian *I-beam* cenderung lebih kecil karena proses pembentukannya mengikuti proses solidifikasi pengecoran dinding tipis. Struktur mikro Cetakan A dan Cetakan D cenderung menunjukkan kesamaan karena keduanya menggunakan cawan tuang tambahan. Kesamaan terlihat pada pola penyebaran, jumlah nodul, diameter dan nodularitas.

8 November 2017

Pembeda utama dari keduanya adalah diameter grafit pada bagian *I-beam* dan *rod-end* pada Cetakan D cenderung lebih homogen dibandingkan Cetakan A. Penggunaan cawan tuang tambahan pada Cetakan A dan D ini menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan hidrostatik. Peningkatan tekanan hidrostatik ini akan mempercepat proses pengisian sehingga waktu tuang menjadi lebih pendek. Dengan semakin pendeknya waktu tuang maka kemungkinan terjadinya kegagalan proses liquid treatment karena fading berkurang. Tetapi ketika dibandingkan terlihat bahwa distribusi dan jumlah nodul terlihat lebih rata dan banyak pada Cetakan B dan C. Penggunaan burner pada Cetakan D lebih mempengaruhi struktur mikro yang terbentuk pada *I-beam*. Grafit pada bagian yang ini mempunyai ukuran diameter yang hampir sama dengan end-rod. Ukuran diameter grafitnya pun terlihat lebih besar daripada ukuran diameter grafit pada daerah yang sama di cetakan lainnya. Hal ini disebabkan karena kecepatan solidifikasi yang tidak terlalu tinggi sebagai akibat perbedaan temperature yang tidak besar. Pada ketiga cetakan lainnya (A, B dan C) perbedaan ukuran diameter grafit antara bagian *rod-end* dengan *I-beam* terlihat cukup signifikan. Cetakan B dan C memperlihatkan kesamaan karakteristik grafit tetapi Cetakan C terlihat lebih homogen dalam penyebaran dan ukuran grafit



GAMBAR 8. Hasil pengamatan struktur mikro batang piston pada bagian normal dan bagian yang ditipiskan.

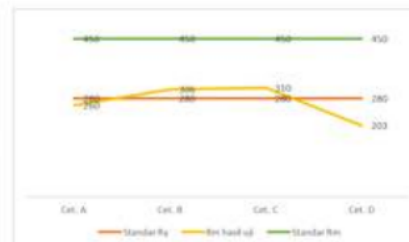
Hasil pengamatan metalografi terhadap kondisi etsa menunjukkan bahwa matriks yang terbentuk untuk daerah *I-beam* sama dengan *rod-end* yaitu matriks perlitik. Pada bagian *rod-end* terlihat dominasi karbida khususnya untuk Cetakan A dan C.

8 November 2017

Sedangkan pada bagian *I-beam* matriks yang terbentuk adalah perlitik penuh untuk Cetakan A, B dan C dan ferit-perlit untuk Cetakan D. Karbida ditemukan juga dalam matriks tapi tidak sedominan pada *rod-end*. Terbentuknya karbida dalam matriks adalah sebagai akibat gagalnya proses inokulasi. Proses pemanasan menggunakan *burner* menyebabkan terbentuknya matriks yang berbeda. Kecepatan pendinginan pada Cetakan D menjadi lebih lambat dibandingkan cetakan lainnya karena perbedaan temperature yang tidak besar. Pembentukan matriks perlitik ini sejalan dengan nilai CE yang tidak mencapai 4,667.



GAMBAR 9. Jumlah Nodul



GAMBAR 10. Hasil Pengujian Tarik



GAMBAR 11. Komponen setelah proses penarikan.

Hasil Analisa kuantitatif terhadap jumlah nodul yang dihasilkan menunjukkan bahwa jumlah nodul paling banyak untuk bagian *I-beam* terdapat pada Cetakan C, sebesar 1462 nodul/mm². Sedangkan paling sedikit pada Cetakan D dengan 867 nodul/mm². Sedangkan untuk *rod-end* jumlah nodul terbanyak ditemukan pada Cetakan B, yaitu 876 nodul/mm² dan paling sedikit pada Cetakan D sebesar 800 nodul/mm². Perbedaan jumlah nodul yang tidak besar (8%) antara *I-beam* dengan *rod-end* pada Cetakan D adalah sebagai akibat dari perbedaan temperatur yang tidak besar sebagai akibat pemanasan dengan menggunakan *burner*.

Hasil uji Tarik menunjukkan kekuatan tarik maksimum (UTS atau Rm) masih berada dibawah batas minimal dari FCD450. Hal ini disebabkan karena benda uji tarik yang digunakan adalah komponen sehingga dipergunakan alat bantu.

8 November 2017

Penggunaan alat bantu ini dicurigai menyebabkan timbulnya momen sehingga perhitungan kekuatan tarik biasa kurang akurat. Semua komponen yang mengalami pengujian tarik putus pada posisi *rod-end* seperti terlihat pada Gambar 11 Hal ini menunjukkan bahwa proses penipisan tidak mengganggu kerja gaya dalam komponennya. Jika dianalisa hasil pengujian tarik seperti disampaikan pada Gambar 10 maka grafik tersebut sesuai dengan jumlah nodul rata-rata. Cetakan C dengan jumlah nodul rata-rata terbanyak mendapatkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu 310 N/mm². Sedangkan kekuatan tarik terendah diperoleh Cetakan D yang mempunyai jumlah nodul rata-rata paling rendah. Jumlah nodul yang tinggi berkaitan dengan peningkatan kekuatan tarik, keuletan (*ductility*) dan mampu permesinan (*machinability*). Perbedaan antara kekuatan tarik tertinggi dengan terendah signifikan, yaitu 52%. Demikian juga untuk perbedaan antara Cetakan A dengan D, yaitu 28%. Tetapi tidak demikian halnya untuk Cetakan B dengan C yang hanya berbeda 1,3%. Ini menunjukkan perbedaan temperatur cetakan lebih dominan pengaruhnya dibandingkan dengan penggunaan pelapis cetakan.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa modifikasi yang dilakukan pada proses pengecoran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik grafit nodular, matriks yang terbentuk dan kekuatan tarik dari komponen yang dihasilkannya. Penggunaan cawan tuang tambahan menyebabkan menyebabkan ukuran diameter grafit menjadi lebih besar pada semua daerah. Sedangkan untuk pelapisan cetakan (*coating*) hasil penelitian menunjukan bahwa cetakan tanpa menggunakan *coating* mempunyai grafit nodul dengan karakteristik yang lebih baik walaupun tidak signifikan. Pengaruh paling signifikan diberikan oleh proses pembakaran lapisan cetakan yang diikuti dengan proses pemanasan. Proses pemanasan ini menyebabkan terbentuknya matriks yang berbeda dengan cetakan lainnya khususnya pada daerah yang ditipiskan. Nilai kekuatan tarik yang belum memenuhi persyaratan minimal terjadi karena proses pengujian tarik tersebut dilakukan langsung dalam komponen sehingga dibutuhkan alat bantu untuk memasang komponen tersebut pada uji tarik. Penggunaan alat bantu ini diduga menimbulkan momen yang tidak pernah diperhitungkan dalam perhitungan kekuatan tarik.

REFERENSI

- R.D. Sulamet-Ariobimo, G. Yudha, T. Sukarnoto, Y. Mujalis dan Y. Oktaviano: *in press* (2017).
- J.W. Soedarsono dan R.D Sulamet-Ariobimo: AMM, 415-417(2012), hal. 831.
- B. Suharno, J.W. Soedarsono, T.P. Soemardi, dan R.D. Sulamet-Ariobimo: AMR, 277(2011), hal. 66.
- J.W. Soedarsono dan R.D Sulamet-Ariobimo: AMM, 415-417(2012), hal. 831.
- J.W. Soedarsono, B. Suharno dan R.D. Sulamet-Ariobimo: AMR, 415-417(2012), hal. 831.
- J.W. Soedarsono, B. Suharno dan R.D. Sulamet-Ariobimo: AMM, 152-154(2012), hal. 1607
- R.D. Sulamet-Ariobimo, J.W. Soedarsono dan B. Suharno: AMR, 652-654(2013), hal. 2404.
- R.D. Sulamet-Ariobimo, J.W. Soedarsono dan B. Suharno: AMR, 702(2013), hal. 269.
- R.D. Sulamet-Ariobimo, J.W. Soedarsono dan B. Suharno: AMM, 752-753(2015), hal. 845.
- R.D. Sulamet-Ariobimo, G. Yudha, Y. Oktaviano, Y. Mujalis dan T. Sukarnoto dalam Prosiding SENAMM IX, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2016.
- R.A. Martinez, R.E. Boeri dan J.A. Sikora in: Proceeding of 2002 world conference on ADI, AFS, 2002.
- D.M. Stefanescu, L.P. Dix, R.E. Ruxanda, C. Corbitt-Coburn dan T.S. Piwonka: AFS Trans, Vol. 110 (2002), hal. 1149.

Efek Modifikasi Cetakan Terhadap Pembuatan Batang Piston Dinding Tipis

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to School of Business and Management ITB Student Paper	9%
2	pt.scribd.com Internet Source	2%
3	mafiadoc.com Internet Source	2%
4	Peter Futáš, Alena Pribulová, Gabriel Fedorko, Vierošlav Molnár, Andrea Junáková, Vlastislav Laskovský. "Failure analysis of a railway brake disc with the use of casting process simulation", Engineering Failure Analysis, 2019 Publication	1%
5	Submitted to Galgotias University, Greater Noida Student Paper	1%
6	jmrt.com.br Internet Source	<1%

7

kc.umn.ac.id

Internet Source

<1%

8

www.trijurnal.llemlit.trisakti.ac.id

Internet Source

<1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 10 words

Exclude bibliography Off