

RANCANG ULANG DIAMETER SALURAN TUANG SEBAGAI UPAYA MENGATASI KEJADIAN CACAT PADA PROSES PENGECOAN LOGAM BLOK REM METALIK T.358

Afan Sutopo, Ayusya Khoirun Nisa, Frisca Pomalia,
Kresna Adi Mahendra, Ratna Puspita Ningrum

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta
Email: krisnarocky@gmail.com

Abstrak

Pada paper ini membahas sistem saluran tuang untuk pembuatan produk cast iron pada industri pengecoran logam. Sistem saluran tuang berperan terhadap hasil kualitas produk coran mengenai kecacatan. Masalah yang selalu terjadi pada produk coran adalah seperti cacat porus, retak, deformasi, dan cacat tidak nampak. Pada logam coran produk blok rem metalik T.358 Koperasi Batur Jaya, kejadian cacat coran diakibatkan oleh desain sistem saluran tuang yang kurang tepat sehingga menimbulkan cacat coran dan hasil produk yang tidak sesuai harapan. Kondisi ini dapat diatasi dengan pengecekan dengan menggunakan software simulasi dalam merencanakan sistem saluran tuang. Analisis saluran tuang untuk blok rem metalik T.358 meliputi temperatur dan solidifikasi. Hasil software simulasi ini mampu menjelaskan kejadian awal dari dituangkannya logam cair sampai dengan munculnya kejadian cacat coran. Setelah dilakukan analisis, dilakukan perbaikan dengan pengurangan diameter pada saluran tuang untuk mengurangi terjadinya cacat produk.

Kata kunci: cacat coran, saluran tuang, simulasi

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, benda yang terbuat dari logam sangat dibutuhkan baik dalam jumlah besar maupun kecil. Logam yang beredar merupakan hasil dari proses pengecoran dalam industri pengecoran logam. Di Indonesia terdapat sentra industri pengecoran logam yang terkenal, yaitu sentra industri logam yang berada di Ceper, Klaten, Jawa Tengah. Salah satu contoh dari industri pengecoran logam yang berada di Ceper adalah Koperasi Batur Jaya.

Koperasi Batur Jaya adalah koperasi yang didirikan pada tanggal 23 Juli 1976. Perusahaan ini memproduksi barang berdasarkan pesanan dan barang untuk memenuhi *stock*. Proses produksi logam di Koperasi Batur Jaya menggunakan tanur induksi jenis *kruise* yang berkapasitas 500 kg. Dalam satu hari, perusahaan ini bisa melakukan 8-9 kali proses pemasakan. Koperasi Batur Jaya memiliki jumlah tenaga kerja sebanyak 35 orang dengan kapasitas produksi ± 4 ton per hari. Pada perusahaan ini ada beberapa kelompok pekerja dimana kelompok-kelompok tersebut berdasarkan tahapan proses pembuatan logam. Kelompok-kelompok tersebut antara lain : kelompok peleburan dengan 2 orang; kelompok pencetakan, penuangan, dan pembongkaran dengan 10 orang; kelompok permesinan dengan 15 pekerja; dan kelompok *finishing* dimana terdapat 3 pekerja di dalamnya. Walaupun sudah dibuat kelompok-kelompok pekerja, tetap saja pada proses pengerjaannya semua pekerja dapat menangani keseluruhan proses atau bersifat fleksibel. Selain itu, produk yang dihasilkan pada koperasi ini merupakan rental dan *own product*, dimana koperasi ini memiliki sketsa produk sendiri dan koperasi ini juga melayani pesanan dari perusahaan pengecoran lain baik yang merupakan anggota koperasi maupun bukan.

Menurut Campbell (2015), pengecoran logam merupakan proses pembentukan logam, diawali dengan mencairkan logam dan menambahkan bahan tambahan ke dalam cairan logam. Proses ini membutuhkan bahan baku berupa logam dan bahan lainnya seperti karbon, silika, mangan dan bahan-bahan pendukung. Selain itu, proses pengecoran juga membutuhkan cetakan sebagai media untuk mencetak logam cair menjadi bentuk yang diinginkan.

Pengecoran dengan cetakan pasir (*sand casting*) merupakan metode yang banyak digunakan pada industri pengecoran logam. Selain membutuhkan biaya yang cukup relatif sedikit juga dapat membuat desain yang bentuknya agak rumit, Pengecoran cetakan pasir merupakan proses produksi yang diawali dengan menuangkan logam cair ke dalam sistem saluran dan selanjutnya logam cair

akan mengisi seluruh rongga cetakan. Sistem saluran cetakan pasir merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan produk cetakan pasir. Hal ini dikarenakan sistem saluran merupakan jalan masuk logam cair ke dalam rongga cetak pada cetakan pasir.

Pembuatan *cast iron* memerlukan teknik tersendiri agar dapat menciptakan bentuk produk dari logam yang direncanakan. Teknik pembentukan produk logam melalui proses pengecoran bagi desainer memerlukan kecermatan dalam pembuatan untuk sistem saluran tuang (Nwaogu dan Tiedje, 2011). Sistem saluran adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Sistem saluran ini terdiri dari cawan tuang (*pouring cup*), saluran turun (*sprue*), pengalir (*runner*) dan saluran masuk (*ingate*) (Surdia dan Chijiwa, 2000). Berbagai cara dalam teknik pembuatan sistem saluran tuang dapat digunakan bergantung jenis pengecoran. Setiap desain sistem saluran memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga perlu dipertimbangkan pemilihan sistem saluran tuang yang tepat agar kegiatan pengecoran dapat berjalan maksimal dan efektif (Panchiwala, Desai dan Shah, 2015).

Salah satu produk *cast iron* di Koperasi Batur Jaya adalah Blok Rem Metalik T.358. Koperasi Batur Jaya sudah bekerja sama dengan PT. Kereta Api Indonesia untuk pembuatan Blok Rem Metalik T.358 yang digunakan pada kereta api. Blok rem akan bergesekan langsung dengan roda kereta api dan akan mengubah energi kinetik kereta menjadi energi panas melalui gesekan yang terjadi sehingga kereta api dapat menurunkan kecepatannya atau memberhentikannya. Berdasarkan fungsi tersebut maka material blok rem harus lebih kecil kekuatannya dibandingkan dengan roda kereta api, dan memiliki beberapa sifat yang mendukung fungsinya. Untuk itu Koperasi Batur Jaya harus mampu memberikan kualitas terbaik agar blok rem metalik T.358 yang digunakan pada kereta api sesuai dengan yang diharapkan.

Pada proses produksi, didapati masalah mengenai cacat produk yang berupa cacat tidak utuh dan cacat *phorus*. Pada paper ini, dibahas mengenai penyebab dari cacat *phorus* yang terjadi. Sistem saluran menyebabkan beberapa suhu bagian coran logam mengalami pendinginan dini sebelum semua logam cair masuk ke dalam cetakan. Produk yang mengalami cacat *phorus* tidak dapat diperbaiki atau di-*repair*, sehingga produk cacat tersebut hanya akan menjadi bahan baku pemasakan selanjutnya atau dapat dikatakan produk tersebut hanya dapat di-*rework*. Diangkatnya masalah kecacatan *phorus* ini dimaksudkan untuk meminimalkan jumlah cacat produk supaya hasil produksi dapat maksimal dan tidak adanya biaya tambahan untuk *rework*.

Paper ini memberikan pemahaman mengenai sistem saluran tuang pada produk Blok Rem Metalik T.358 saat proses pengecoran dan analisis kelemahan dari saluran tuang tersebut beserta usulan perbaikannya. Masalah ini menjadi penting agar kualitas Blok Rem Metalik T.358 semakin tinggi dan tingkat kecacatan coran semakin rendah. Paper ini juga mengusulkan penggunaan teknik simulasi berbantuan *software click2cast* dalam menetapkan desain sistem saluran tuang untuk aliran cairan logam. Sistem saluran tuang pada pembahasan ini merupakan sistem saluran tunggal, dimana cairan logam yang dialirkan dari ladle langsung masuk ke rongga cetakan. Tujuan dari penggunaan *software* simulasi untuk memudahkan desainer dalam memprediksi saat proses pengecoran secara tepat sebelum terjadinya cacat coran.

2. METODOLOGI

Metodologi dimulai dengan kunjungan langsung di Koperasi Batur Jaya, Ceper, Klaten, Jawa Tengah. Dalam kunjungan tersebut dilakukan pengamatan secara mendetail dari setiap proses pengecoran logam dan dilakukan penelitian tentang masalah yang ada pada produk. Produk pengecoran logam yang diamati adalah yaitu Blok Rem Metalik T.358. Selanjutnya dilakukan pengambilan data ukuran produk dari dimensi pasir cetak. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran kain, penggaris, busur dan penggaris siku. Data ukuran dilanjutkan untuk membuat model 3D simulasi menggunakan *software*. Kejadian adanya cacat coran diamati dan di analisis agar dapat disimulasikan menggunakan *software click2cast*. Simulasi sistem saluran tuang dirancang secara eksperimental agar mampu memprediksi kejadian cacat dari suatu bahan, didasarkan pada perilaku temperatur penuangan cairan logam pada cetakan. Penerapan hasil simulasi ini ditetapkan berdasarkan skala laboratorium.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemakaian pasir cetak dalam proses pengecoran logam biasanya digunakan untuk memproduksi produk dalam jumlah tunggal. Konsekuensi keluarannya rendah untuk setiap pasir cetak per produk membuat permintaan hasil jadi coran menjadi tinggi. Pada pembuatan Blok Rem Metalik T. 358, cetakan pasir yang digunakan adalah jenis *greensand*, dengan cetakan yang terbuat dari kayu dan pola cetakan yang terbuat dari besi. Tanur yang digunakan pada Koperasi Batur Jaya adalah tanur induksi *kruise* dengan kapasitas 500 kg dan ladell utama dengan kapasitas 500 kg serta ladell pengalir berkapasitas 20 kg.



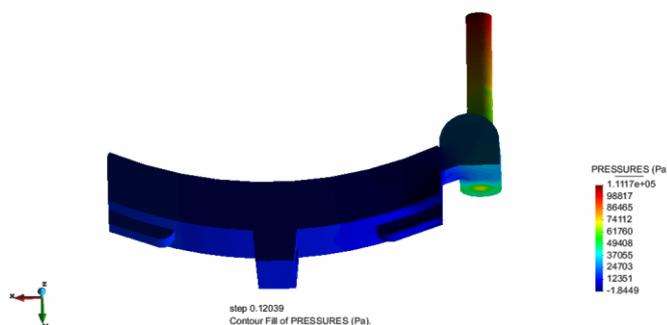
Gambar 1. Pola Cetakan Blok Rem T.358

Software simulasi *click2cast* digunakan untuk mensimulasikan aliran cairan logam pada saat proses penuangan ke dalam cetakan. Nilai koefisien konvektif perpindahan panas pada saat simulasi pada pasir cetak dari ke dua kondisi adalah sama, setiap adanya perubahan temperatur cairan dicatat dan menjadi perhatian.

Perubahan temperatur cairan logam dicatat sebanyak 60 *frame* (per 1 menit) kemudian dianalisis dari ke dua kondisi sebelum dan sesudah adanya perbaikan. Temperatur selama penuangan cairan ke dalam cetakan berkisar 1164 °C sd. 1200 °C dengan kecepatan aliran penuangan adalah 35 m/detik. Temperatur logam di bagian pinggir coran yang lebih rendah dibanding pada bagian lain akan dikhawatirkan menyebabkan cacat coran (*phorus*), oleh karena itu perlu adanya perbaikan yaitu dengan rancang ulang diameter saluran. Analisis saluran tuang untuk blok rem metalik T.358 meliputi temperature, waktu pengisian cairan tuang, tekanan dan waktu pengerasan logam. Simulasi pada saluran tuang ini dengan cara membandingkan kondisi saat ini sebelum perubahan dan kondisi sesudah adanya perubahan.

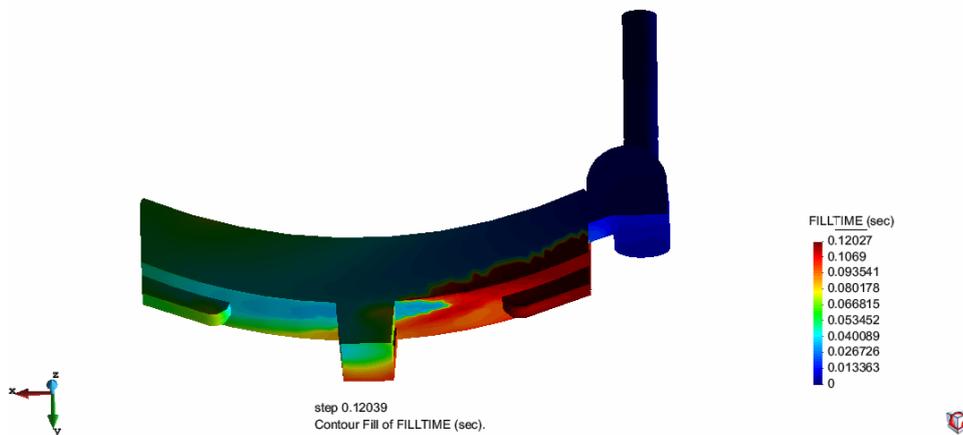
3.1 Sistem saluran tuang pada kondisi sebelum perbaikan

Saluran tuang untuk pembuatan produk block rem metalik T.358 menggunakan sistem saluran dengan diameter 2,5cm yang terlihat pada gambar 1.



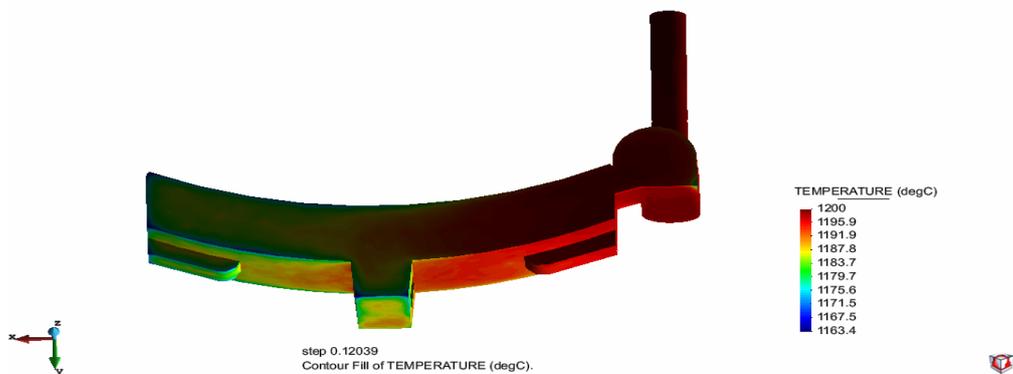
Gambar 2. Simulasi Tekanan Cairan Logam pada Kondisi saat ini

Tekanan cairan logam pada cetakan seperti dijelaskan pada Gambar 2 menunjukkan dominasi warna biru tua. Hal ini menjelaskan bahwa rata-rata tekanan cairan logam (Pa) selama mengisi cetakan berkisar antara -1.8449 Pa sd. 12351 Pa. Jika tekanan cairan logam terlalu rendah maka terjadi isolasi yang menyebabkan kecacatan coran. Sebaliknya, jika tekanan terlalu besar maka proses pemadatan coran juga tidak akan baik.



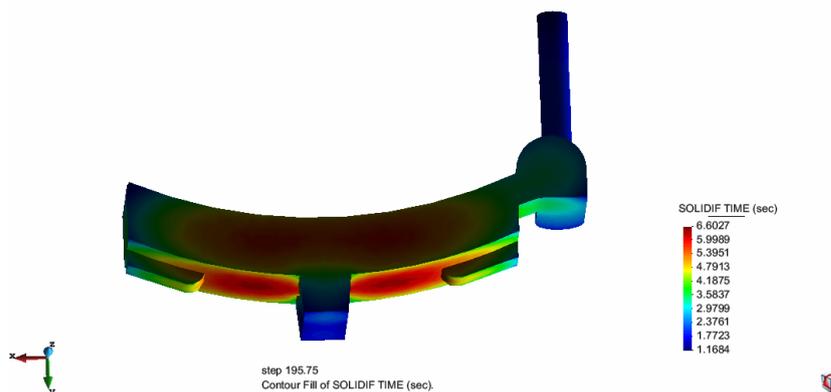
Gambar 3. Simulasi Waktu Pengisian pada Kondisi saat ini

Lamanya waktu pengisian seperti pada Gambar 3 berkisar antara 0,01 sd. 1,2 detik. Waktu pengisian ke dalam cetakan dapat dipercepat dengan cara meningkatkan tekanan cairan logam selama pengisian ke dalam cetakan. Semakin cetakan cepat terisi maka semakin cepat waktu tunggu untuk waktu pembongkaran cetakan.



Gambar 4. Simulasi Temperatur Pemadatan Logam pada Kondisi saat ini

Temperatur logam seperti pada gambar 4 berkisar antara 1163,4 sd. 1200⁰C. Temperatur di dekat saluran tuang bersuhu tinggi yang ditunjukkan dengan warna merah dan *orange*, sedangkan pada sisi lainnya bersuhu lebih rendah yang ditandai dengan warna kuning, orange dan hijau. Warna hijau dan biru pada gambar 4 dikhawatirkan akan menyebabkan cacat pada coran, sebab bagian pada warna tersebut mendingin lebih cepat dibanding bagian dengan warna lainnya.



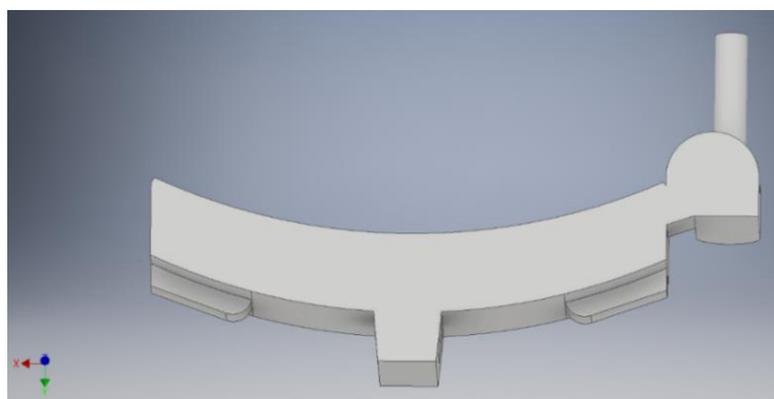
Gambar 5. Simulasi Waktu Pemadatan Logam pada Kondisi saat ini

Waktu proses pemadatan logam pada cetakan sekitar 2,3 sd. 6,6 detik setelah waktu pengisian ke dalam cetakan berlangsung. Waktu proses pemadatan logam cenderung cepat dikarenakan perbedaan rentang temperatur cairan logam dengan temperatur cetakan yang cukup jauh, sehingga waktu yang dibutuhkan tidak begitu lama. Waktu pengisian yang terlalu lama dapat menimbulkan kejadian cacat coran.

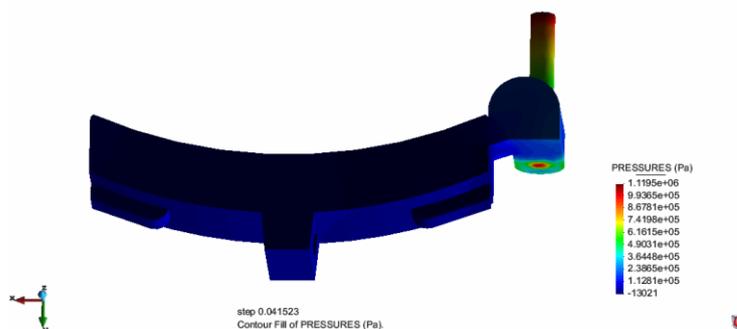
Dari hasil simulasi menggunakan *software click2cast*, didapat bahwa temperatur yang turun lebih cepat di bagian pinggir coran akan dikhawatirkan menyebabkan cacat coran (*phorus*). Cacat yang terjadi dapat dikurangi dengan melakukan perbaikan ukuran saluran.

3.2 Sistem saluran tuang pada kondisi usulan perbaikan

Perbaikan usulan terhadap sistem saluran yaitu dengan mengurangi ukuran diameter saluran menjadi 2 cm.

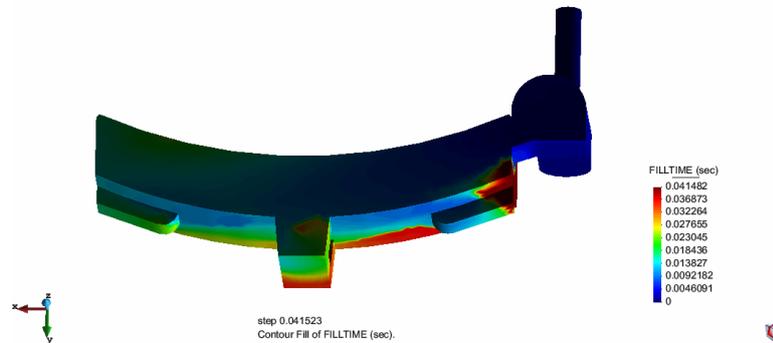


Gambar 6. Usulan Perbaikan Diameter Saluran Tuang



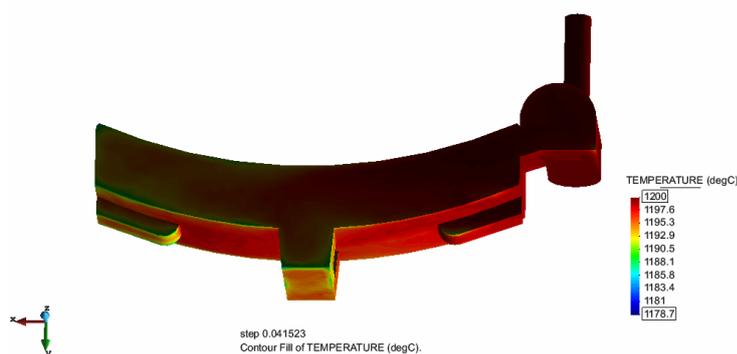
Gambar 7. Simulasi Tekanan Cairan Logam pada Usulan Perbaikan

Tekanan cairan logam pada cetakan seperti pada Gambar 7 ditunjukkan dengan dominasi warna biru. Hal ini menjelaskan bahwa rata-rata tekanan cairan logam (Pa) selama mengisi cetakan berkisar -13021 sd. $1.1281e+05$ Pa. Walaupun tekanan cairan menurun dibanding hasil sebelum perbaikan, hasilnya tidak terpaut jauh



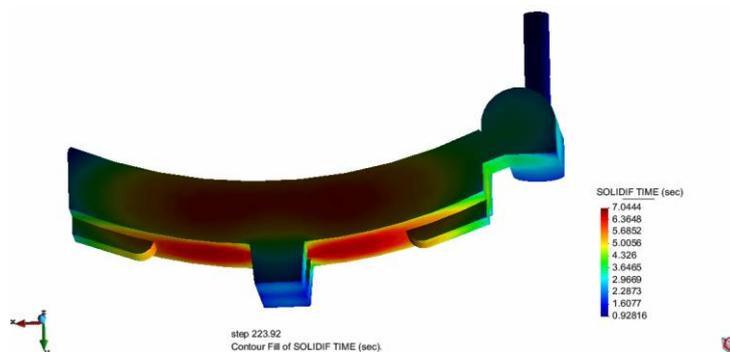
Gambar 8. Simulasi Waktu Pengisian Cairan Logam pada Usulan Perbaikan

Pada Gambar 8 ditunjukkan lamanya waktu pengisian pada cetakan yang berkisar antara 0,004 sd. 0,04 detik. Waktu pengisian menjadi lebih cepat sehingga waktu tunggu untuk proses pembongkaran cetakan akan menjadi lebih cepat.



Gambar 9. Simulasi Temperatur Pemadatan Logam pada Usulan Perbaikan

Temperatur logam berkisar antara 1178,7 sd. 1200°C seperti ditunjukkan dengan dominasi warna merah (Gambar 9) dan warna biru yang sebelumnya terdapat dibagian pinggir coran telah berkurang. Sehingga kekhawatiran cacat coran (*phorus*) dibagian pinggir coran akan berkurang dan hasil coran menjadi lebih baik.



Gambar 10. Simulasi Waktu Pemadatan Logam pada Usulan Perbaikan

Waktu proses pemadatan logam pada cetakan sekitar 2,2 sd. 7 detik setelah waktu pengisian berlangsung seperti pada Gambar 10. Waktu proses pemadatan logam setelah usulan perbaikan sistem saluran tidak berbeda jauh dengan waktu pemadatan logam sebelum perbaikan.

Tabel 1. Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan saluran

Aspek	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Tekanan	-1.8449 Pa sd. 12351 Pa	-13021 sd. 1.1281e+05 Pa
Waktu pengisian cairan logam	0,01 sd. 1,2 detik	0,004 sd. 0,04 detik
Temperatur	1163,4 sd. 1200 ⁰ C	1178,7 sd. 1200 ⁰ C
Solidifikasi	2,3 sd. 6,6 detik	2,2 sd. 7 detik

Usulan perbaikan ini yaitu dengan mengurangi diameter saluran tuang yang awalnya 2,5 cm menjadi 2 cm. Dengan ini, dapat mengurangi cacat coran (*phorus*) yang diakibatkan penurunan suhu dibagian pinggir coran yang ditunjukkan dengan berkurangnya warna hijau dan biru. Kami juga telah mencoba usulan perbaikan lain seperti dengan memperlebar saluran dari 2,5 cm menjadi 4 cm. Akan tetapi, hasil yang didapat tidak memuaskan, dimana hasil yang didapat tidak berbeda jauh dengan produk awal.

4 KESIMPULAN

Pembuatan produk *cast iron* memakai pasir cetak dengan rancangan saluran tuang yang tidak sesuai akan memicu timbulnya cacat coran. Perbaikan sistem saluran tuang dengan menggunakan *software click2cast* dapat memberikan penjelasan mengenai kejadian cacat coran secara baik. Perbaikan saluran tuang pada produk Blok Rem Metalik T.358 dilakukan dengan mengurangi diameter pada saluran tuang tersebut dari 2,5 cm menjadi 2 cm. Perbaikan ini mampu mengurangi cacat coran dan mengurangi tingkat *phorus* produk. Dengan berkurangnya tingkat *phorus* produk, maka produk semakin padat dan kuat sehingga kualitas produk meningkat. Perbaikan saluran tuang untuk pembuatan Blok Rem Metalik T.358 mampu mengatasi kejadian cacat coran akibat dari perbedaan temperatur cairan yang masuk ke dalam cetakan, mempercepat waktu pengisian cetakan, dan mempersingkat waktu proses pendinginan logam

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, D. (2008). *Teknik Pengecoran Logam*. <http://indonesia-mekanikal.blogspot.co.id/2008/03/teknik-pengecoran-logam.html> (Diakses 2 Januari 2018 pukul 19.00 WIB)
- Campbell, J. (2015). *Complete Casting Handbook (Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design)*, Second Edition, Published by Elsevier, Butterworth Heinemann Publications, Waltham, United State of America.
- Hasbu. (2012). *Pengecoran Logam*. <http://mymachining.blogspot.co.id/2012/01/pengecoran-logam.html> (Diakses 2 Januari 2018 pukul 19.00 WIB)
- Logam Ceper (2016). *3 Tipe Industri Pengecoran Logam Ceper*. <https://logamceper.com/tipeindustri-pengecoran-logam-ceper/>. (Diakses pada 2 Januari 2018 pukul 19.00 WIB)
- Nwaogu, N.C. dan Tiedje, N.S. (2011). *Foundry Coating Technology: A Review*. *Materials Sciences and Application*, Vol. 2, pp. 1143-1160.
- Panchiwala, J.A., Desai, D.A. dan Shah, P. (2015). *Review on Quality and Productivity Improvement in Small Scale Foundry Industry*. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 4, Issue 12, pp. 11859-11867.
- Pratama, Rizal M., dan Soeharto. (2012). *Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada Aluminium Sand Casting terhadap Porositas Produk Toroidal Piston*. Surabaya : Jurnal Teknik ITS.Vol.1,No.1. ISSN: 2301-9271.
- Surdia, T. dan Kenji. (2013). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : Balai Pustaka
- Salam, Restu Y., dan Shahab, A. (2015). *Studi Eksperimental Pengaruh Model Sistem Saluran dan Variasi Temperatur Tuang terhadap Prosentase Porositas, Kekerasan dan Harga Impact pada Pengecoran Adc 12 dengan Metode Lost Foam Casting*. Surabaya : Jurnal Teknik ITS.Vol.4,No.1. ISSN: 2337-3539.
- Surdia, T., dan Chijiwa. (2000). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : Pradnya Paramit.