

ISBN 978-602-988001-5



9 786029 880015

Senapati
Seminar Nasional & Pertemuan Nasional



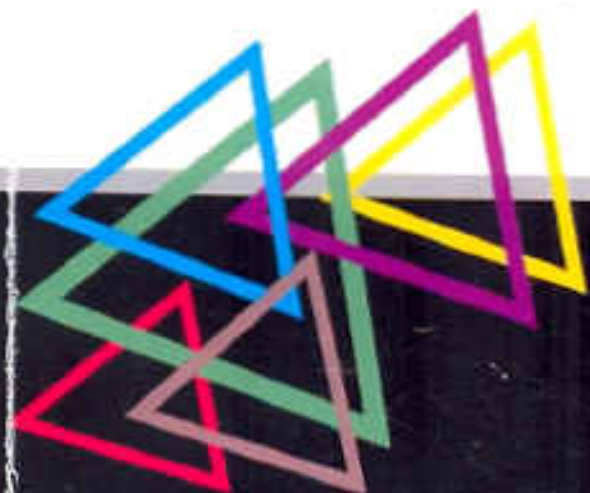
POLITEKNIK NEGERI BALI

REZA YADI HIDAYAT

Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti *Technopreneurship* (*Senapati Technopreneurship*)

*"Technopreneurship dalam Penguatan Industri Kreatif
Menuju Ketahanan Ekonomi Nasional"*

Ⓜ Kampus Politeknik Negeri Bali, 30 - 31 Oktober 2013



PROSEDING

Didukung oleh :



PUSLITABMAS

Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M)
Politeknik Negeri Bali
Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung - Bali 80364
Telp. 40-361-701981 / Fax. 62-361-701125
Email : p3mpolitekbali@pnb.ac.id

**ANALISIS CENTERLINE SHRINKAGE
PADA PRODUK BAJA COR DENGAN BENTUK GEOMETRI
KOMPLEKS MENGGUNAKAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK
SIMULASI CORAN SOLIDCAST 8.1.1
Studi Kasus pada Produk Diafragma**

Oleh
Mochammad Achyarsyah⁽¹⁾,
Beny Bandanadjaja⁽²⁾
Hariyadi Nugroho⁽³⁾

⁽¹⁾Dosen Teknologi Pengecoran Logam, Polman Bandung.

⁽²⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur, Konsentrasi Teknologi Pengecoran Logam,
Polman Bandung.

ABSTRAK

Centerline shrinkage merupakan salah satu jenis cacat pada Produk Baja yang diproses dengan meroda pengecoran logam. *Centerline shrinkage* ditemukan berupa rongga susui mikro yang terjadi sepanjang garis sumbu tengah (*centerline axis*) bagian produk. Dr. Niyama, seorang peneliti dari Jepang yang memperdalam pembelajaran dalam memprediksi *shrinkage* pada baja telah menemukan bahwa jika nilai gradien temperatur dibagi dari akar kuadrat laju pendinginan hasilnya akan terkait atau berhubungan dengan keberadaan *centerline shrinkage* pada baja tuang. Alat bantu berupa perangkat lunak simulasi tela mampu memperhitungkan variabel yang sesuai dengan yang dilakukan oleh Dr. Niyama, sehingga menjadi alat yang penting digunakan untuk memprediksi keberadaan *centerline shrinkage* pada produk cor dengan suatu desain coran yang diterapkan selama proses perancangan coran. Prediksi dari hasil simulasi dapat membantu perancang dalam mengambil keputusan atas desain corannya. Material logam baja cor paduan rendah yang diaplikasikan pada salah satu komponen mesin di industri semen, contohnya Diafragma. Pengembangan produk baja cor Diafragma dengan seminimal mungkin *centerline shrinkage* yang akan mampu mendukung terhadap peningkatan kekuatan material dan umur pakai produk. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis keberadaan *centerline shrinkage* pada produk baja cor Diafragma. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan prediksi *centerline shrinkage* dengan alat bantu perangkat lunak simulasi coran SOLIDCast 8.1.1 dan melakukan pembuktian pada hasil produksi di lapangan.

Kata kunci : *Diafragma, Geometri Kompleks, Centerline Shrinkage, Niyama Criterion.*

ABSTRACT

Centerline shrinkage is one of the defects in the steel product which is processed by metal casting. *Centerline shrinkage* cavities are found in the form of micro shrinkage that occurs along the central axis (*centerline axis*) parts of the product. Dr. Niyama, a researcher from Japan who deep learning in predicting shrinkage in steel has been found that if the value of the temperature gradient divided by the square root of the cooling rate results will be related to or associated with the presence of centerline shrinkage in steel castings. Tools such as simulation software has been able to account for variables that correspond to those carried out by Dr. Niyama, thus becoming an important tool used to predict the presence of centerline shrinkage in cast product with a design of castings were applied during the design process castings. Predictions of the simulation results can help designers in making decisions on design corannya. Metallic material cast low-alloy steel is applied to one of the engine components in the cement industry, for example Diafragma. Diafragma cast steel product development with minimal shrinkage centerline will be able to support the increased strength of the material and product lifetime. This study aimed to analyze the existence of centerline shrinkage in diafragma cast steel products. The main objective of this study was to obtain centerline shrinkage prediction with simulation software tools castings SOLIDCast 8.1.1 and perform verification on the production results on the field.

Key words : *Diafragma, Complex Geometry, Centerline Shrinkage, Niyama Criterion.*

1. LATAR BELAKANG

Diafragma merupakan salah satu komponen bagian pada mesin pengolah semen (*cement mill machine*) yang berfungsi sebagai penyaring dan pemilah bahan baku semen. Komponen bagian tersebut dirakit menjadi satu kesatuan komponen berbentuk geometri seperti cincin pada mesin. Komponen tersebut akan diputar sehingga mengalami gesekan yang terus menerus dengan bahan baku semen yang diolah dan komponen *ball mill*. Komponen tersebut umumnya terbuat dari material baja cor tahan gesek (*wear resistance*). Komponen tersebut merupakan salah satu komponen yang pengantiannya sudah mengandalkan pasokan dari dalam negeri tetapi masih dengan umur pakai yang relatif lebih rendah dibandingkan pasokan dari luar negeri.

Desain Coran Produk Diafragma yang diterapkan di lapangan sudah mampu menghindari produk dari cacat rongga susut, tetapi masih dalam skala makro. Dalam rangka pengembangan lebih lanjut pada skala mikro, maka perlu dilakukan penelitian untuk memeriksa keberadaan *centerline shrinkage* pada Produk Diafragma.

2. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan prediksi *centerline shrinkage* dengan alat bantu perangkat lunak simulasi coran SOLIDCast 8.1.1 dan melakukan pembuktian pada hasil produksi di lapangan.

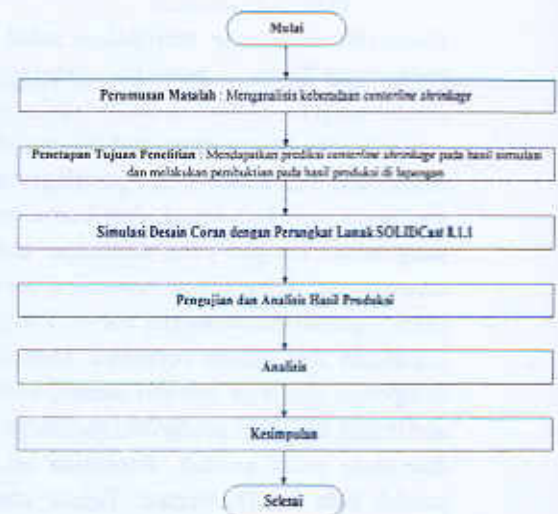
3. METODE PENYELESAIAN MASALAH

Dalam pencapaian tujuan penelitian, maka kegiatan penelitian menggunakan metode untuk mendapatkan prediksi *centerline shrinkage* dengan pemanfaatan teknologi simulasi, seperti pada Gambar.1, yang memaparkan diagram alir penelitian ini. Iterasi proses akan lebih efisien dengan digunakannya teknologi simulasi coran SOLIDCast 8.1.1, untuk menganalisis keberadaan *centerline shrinkage* pada produk cor Diafragma.

Beberapa mesin dan alat yang terdapat di bengkel pengecoran logam, serta perlengkapan pengujian di laboratorium pengecoran logam akan sangat diperlukan untuk melaksanakan kegiatan penelitian ini. Satu saja mesin atau alat atau perlengkapan yang dibutuhkan tidak berfungsi, maka kegiatan penelitian ini tidak akan selesai dan

sukses. Mesin, alat, dan perlengkapan yang digunakan untuk kegiatan penelitian ini diantaranya :

- Mesin gerinda potong. Digunakan untuk memotong-motong produk pada beberapa penampang potong tertentu dimana untuk membuktikan analisis dan prediksi hasil simulasi.
- Alat angkat beban : Crane. Digunakan untuk mengangkat produk.
- Perlengkapan Pengujian: Peralatan dan Bahan Pengujian *Dye Penetrant* dan Alat Uji *Ultra Sonic*.
- Perangkat Komputer : Laptop yang terpasang SOLIDCast 8.1.1 (berlisensi). Digunakan untuk simulasi pengecoran logam.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

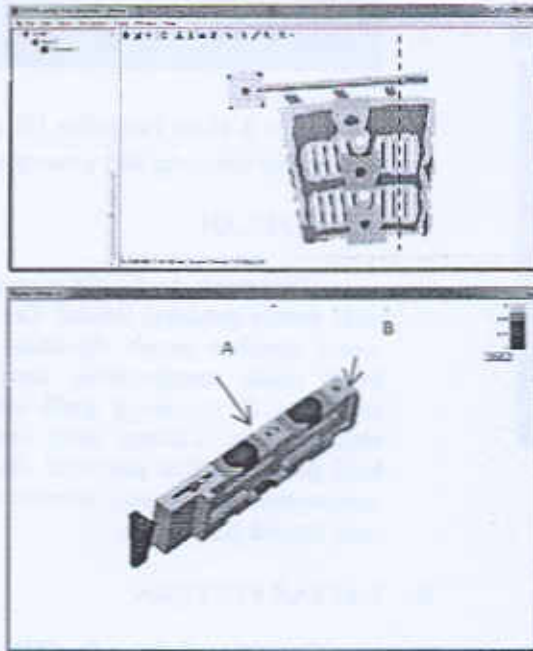
4. DATA DAN ANALISIS

Produk bergeometri kompleks yang dipilih sebagai studi kasus pada penelitian ini adalah Produk Cor Diafragma dimana terbuat dari material baja paduan rendah khrom-molibden, AISI 4140, dengan komposisi kimia seperti pada Tabel.1 berikut :

Tabel.1 Komposisi Kimia Baja AISI 4140

AISI 4140	
%C	0,36 – 0,43
%Mn	0,75 – 1,00
%Si	0,15 – 0,30
%P	Maks. 0,025
%S	Maks. 0,025
%Cr	0,80 – 1,10
%Mo	0,15 – 0,25

Berdasarkan data *Niyama Criterion* seperti pada Gambar.2, terlihat jelas prediksi *centerline shrinkage* pada bagian produk berwarna merah. Selanjutnya jika dipotong pada letak sesuai pada gambar tersebut, maka terlihat prediksi *centerline shrinkage* berada didaerah garis sumbu tengah dari bagian geometri benda. Daerah berwarna kuning memiliki nilai *nyama (Ny)* sebesar nol dimana menandakan peluang yang paling besar dari terdapatnya *centerline shrinkage*.

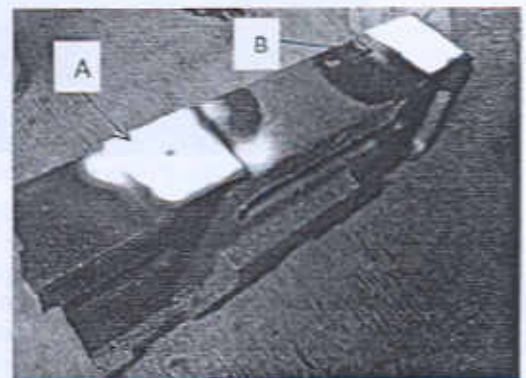


Gambar 2. Data *Niyama Criterion* (0 – 1)

Berdasarkan hasil pemotongan pada simulasi, selanjutnya dilakukan pemotongan pada produk hasil produksi di lapangan. Oleh karena material yang digunakan cukup keras dan relatif lebih sulit dipotong, maka pemotongan yang dilakukan di lapangan seperti yang terlihat pada Gambar.3. Hasil pemotongan tersebut masih dapat mewakili pengamatan dan pengujian *centerline shrinkage* pada dua penampang (A dan B).

Pengujian dye penetrant dilakukan untuk mengetahui keberadaan lubang berukuran mikro yang merepresentasikan posisi *centerline shrinkage* pada penampang yang dipotong. Hasil pengujian dye penetrant menunjukkan suatu karakteristik terdapatnya lubang yang cukup dalam di daerah garis sumbu tengah geometri penampang A, tetapi tidak terdapat pada penampang B. Oleh karena itu, selanjutnya dilakukan pengujian ultra sonic

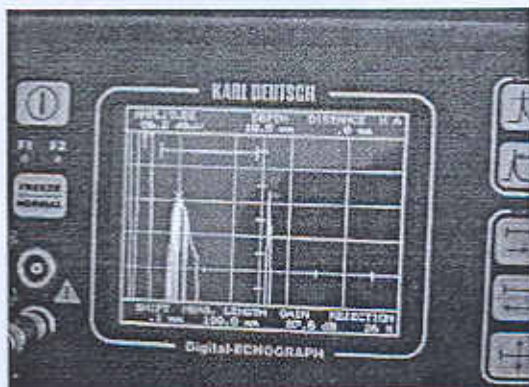
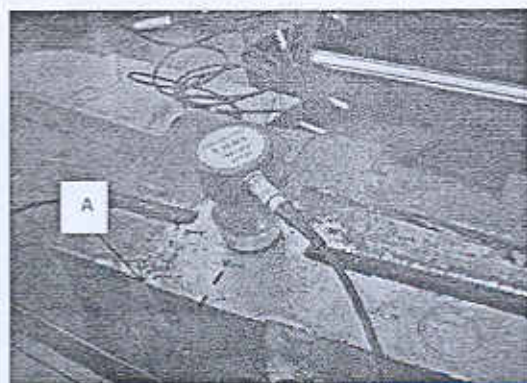
ke arah bagian belakang dari penampang bagian A dan B.



Gambar 3. Hasil Pengujian Dye Penetrant

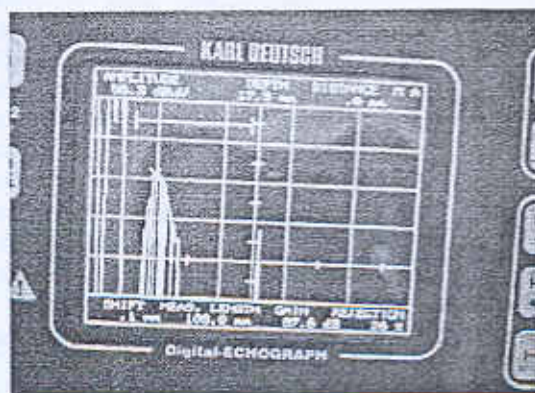
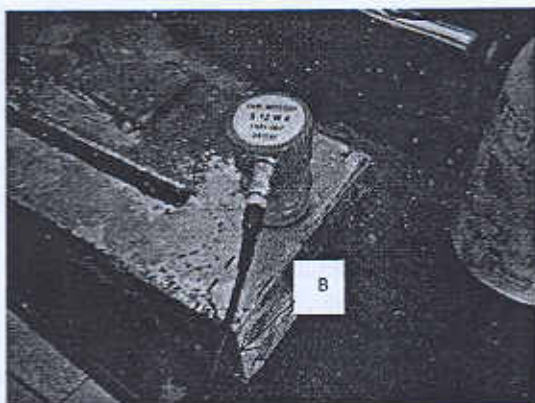
Pengujian ultra sonic yang dilakukan ke arah belakang penampang A menunjukkan adanya rongga pada kedalaman 18,5 mm, seperti yang terlihat pada Gambar.4. Jalur pengujian ultra sonic yang dilakukan yakni mengikuti jalur/garis tengah penampang A dan menunjukkan hasil yang relatif sama.

Berdasarkan pengamatan pada kedua hasil pengujian, diketahui bahwa lubang yang terdeteksi pada hasil pengujian dye penetrant dibuktikan memang merupakan lubang yang dalam pada hasil pengujian ultra sonic. Dengan adanya karakteristik kedalaman lubang, maka berpeluang besar bahwa lubang tersebut adalah *centerline shrinkage* pada Produk Diafragma.



Gambar 4. Hasil Pengujian *Ultra Sonic* ke arah bagian belakang dari penampang bagian A

Pengujian *ultra sonic* yang dilakukan ke arah belakang penampang B juga menunjukkan adanya rongga pada kedalaman 17,9 mm, seperti yang terlihat pada Gambar.5. Jalur pengujian *ultra sonic* yang dilakukan yakni mengikuti jalur/garis tengah penampang B dan menunjukkan pula hasil yang relatif sama, padahal pada hasil pengujian *dye penetrant* tidak dapat dideteksi adanya lubang. Kemungkinan besar rongga *centerline shrinkage* tertutup oleh aliran material selama proses pemotongan penampang B.



Gambar 5. Hasil Pengujian *Ultra Sonic* ke arah bagian belakang dari penampang bagian B

5. KESIMPULAN

Penerapan desain coran yang dilakukan pada proses produksi Produk Cor Diafragma, secara simulasi masih diprediksi berpeluang besar untuk menghasilkan cacat *centerline shrinkage* di sepanjang garis sumbu tengah bagian benda. Lubang yang terdeteksi dari hasil pengujian *dye penetrant* dan *ultrasonic*, merepresentasikan cacat *centerline shrinkage* pada Produk Diafragma.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Dinwiddie, Ralph .B. (2005). *Thermal Conductivity* 26. DEStech Publication. Hal. 237. http://books.google.co.id/books?id=Fh24GRN08YC&pg=PA239&hl=id&source=gb_s_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false . 25 Februari 2013. 02.37 WIB.
2. Fletcher.F.B. (2005). *Carbon and Low-alloy Steel Plate*. ASM Handbook, Vol.01 Properties and Selection Irons, Steels, and High-Performance Alloys. Hal. 379
3. <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6769>. 25 Februari 2013. 10.15 WIB.
4. <http://www.emt-india.net/process/foundries/pdf/CDA4.pdf> . 25 Februari 2013. 12.45 WIB.
5. http://www.engineeringtoolbox.com/fusion-heat-metals-d_1266.html . 25 Februari 2013. 08.42 WIB.
6. Kotshi, R.M. (1988). *Casting Design*. ASM Handbook, Vol.15 Casting. Hal. 598-613.
7. Molnar Daniel. *Casting Simulation*. University of Miskolc. Hal.1-9.
8. Ravi, B. (2005). *Metal Casting : Computer-Aided Design and Analysis*. New Delhi. Prantice-Hall of India. Hal.10.

9. SFSA. (2009). *Summary of Standard Specifications for Steel Castings*. Steel Casting Handbook Supplement 2. Hal. 7
10. Wlodawer, R. (1966). *Directional Solidification of Steel Castings*, Pergamon Press, First English Edition. Hal.34, 106, 123, 126, 182.
11. VDG-Merkblatt F 252. (1970). Jerman. Hal.3
12. Yudiyanto, Oyok. (2005). *Modul Perancangan Tuangan - II*. Polman Bandung. Hal.9