

MODIFIKASI DESAIN CETAKAN VELG 14 INCH UNTUK SEPEDA MOTOR DENGAN BAHAN PRODUK ALUMINIUM A356

Margono Sugeng¹, Yusuf Sutajiri²

Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta Selatan^{1 2}
email¹ : margono.s@istn.ac.id

Abstract

This study purpose to modify the design molding of motorcycle 14 inch used for gravity casting by using CAD/CAM software. Modifications are made with a view to improving the cast product results from previous research. In previous research conducted by the authors obtained the results of wheels products that still occur defects include misrun defects and shrinkage. The scope of this study is review of problems in the previous design, the foundry system design, the modification process, and the parameter determination of the simulation process. Process simulation refers to the temperature parameter of pre-heating mold of 300 and 350 °C with liquid metal pour temperature ranges 800 and 850 °C, and Heat transfer Coefficient = 500 and 700. The parameters of aluminium materials used are aluminum type A356. Analysis of the simulation process is performed to find shrinkage porosity defects that occurred. From the simulation results, the perfect product is a product with pre-heating temperature of 350 °C, 800 °C cast temperature and HTC value = 500, with a shrinkage of porosity 3.16 %

Keywords: *Wheel, Gravity Casting, Modification, Simulation.*

PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam dewasa ini semakin berkembang dan berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan seperti suku cadang, peralatan, penggantian komponen dan pembuatan komponen baru. Diantara banyak produk hasil coran dapat kita temukan pada komponen penting sepeda motor. Salah satunya adalah velg, proses pembuatan velg sepeda motor banyak dilakukan dengan metode high pressure casting ataupun low pressure casting, tetapi metode tersebut memerlukan biaya yang relative mahal, cara lain untuk membuat velg sepeda motor adalah dengan metode gravity casting menggunakan cetakan permanen. Penelitian sebelumnya yang diakukan penulis metode ini masih terdapat kekurangan karena pada saat penuangan, logam cair hanya mengisi rongga cetak sekitar 80% .

Untuk itu dapat dilakukan perbaikan seperti penyempurnaan sistem saluran, perlakuan logam cair, dan modifikasi unsur paduan pengecoran Untuk mendukung penyelesaian. masalah tersebut dilakukan dengan pendekatan simulasi. Desain pengecoran hasil analisis simulasi akan mengoptimalkan proses dan menurunkan jumlah *trials and errors* serta menghemat waktu dan biaya produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Pengecoran (*casting*) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Pengecoran juga dapat diartikan sebagai suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bagian-bagian dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi.

Permanent Mold Casting

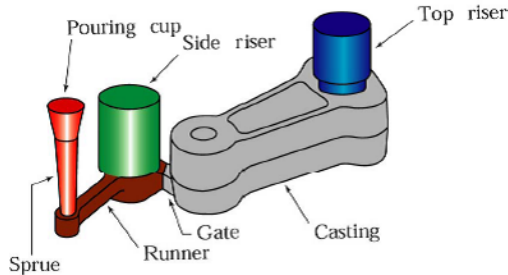
Jenis pengecoran ini, cetakkannya dapat dipakai berulang kali (terbuat dari logam dan grafit). Pengecoran ini dikhususkan untuk pengecoran logam *nonferrous* dan paduan. Kualitas pengecoran ini tergantung dari kualitas *mold*, umumnya dikerjakan dengan machining untuk mendapatkan kualitas yang bagus maka dikerjakan dengan proses *machining* yang memiliki keakuratan yang tinggi.



Gambar 2.1 Permanent-Mold Casting
(<http://southlandaluminum.com>)

Sistem Saluran

Sistem saluran sangatlah penting didalam pengerjaan pengecoran karena sistem saluran berfungsi sebagai jalur masuknya cairan logam kedalam cetakan sehingga *cavity* dapat terisi penuh dengan sempurna.



Gambar 2.2 Sistem saluran cetakan
(Abdulah, Dendi . 2008. Teknik Pengecoran Logam.
<http://indonesia-mekanikal.blogspot.com>.)

Keterangan:

1. *Sprue*: merupakan saluran vertikal sebagai tempat masuk logam cair, yang didesain agar tidak terjadi turbulensi cairan.
2. *Riser*: merupakan saluran yang digunakan untuk menyuplai logam cair agar tidak terjadi shrinkage pada hasil coran. Selain itu riser juga berfungsi sebagai tempat keluar gas dan slag.
3. *Runner*: saluran penghubung sprue dan ingate, berbentuk trapezium.
4. *Sprue base*: coakan yang terdapat pada bagian bawah sprue untuk mencegah terjadinya turbulensi logam cair saat dituang.
5. *Casting*: hasil produk cor.

Aluminium dan Paduannya

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik. Sifat tahan korosi dari aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan aluminium. Lapisan ini membuat aluminium tahan korosi tetapi sukar dilas. Karena perbedaan *melting point* (titik lebur). Aluminium melebur pada temperature $\pm 600^\circ C$ dan aluminium oksida melebur pada temperature $2000^\circ C$.

Tabel 2.1 sifat fisik aluminium

Sifat- Sifat	Kemurnian Al (%)	
	99.996	>99.0
Massa jenis (g/cm^3) ($20^\circ C$)	26.989	2.71
Titik Cair ($^\circ C$)	660.2	753-657
Panas Jenis ($cal/g^\circ C$) ($100^\circ C$)	0.2226	0.2297
Hantaran Jenis (%)	64.94	59 (dianil)

Tabel 2.2 Sifat mekanik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Aluminium (%)			
	99.996		>99.0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	75% dirol dingin
Kekuatan tarik (kg/mm^2)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan Mulur (0,2%) (kg/mm^2)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell (BHN)	17	27	23	44

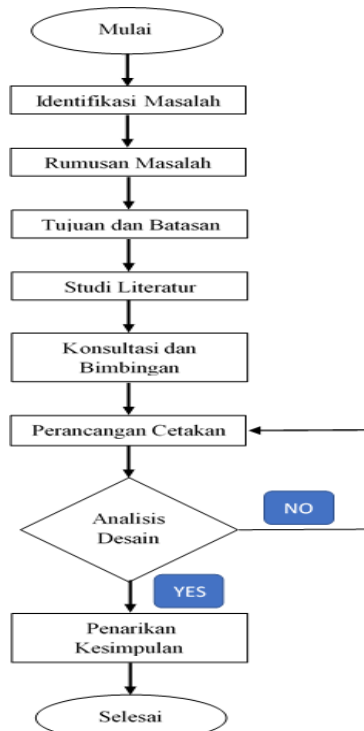
2.4 Software CATIA V5R19

Pada saat ini kemajuan teknologi telah berkembang dengan pesat, sehingga menuntut lahirnya *innovator* atau perancang untuk dapat bekerja lebih efektif dan efisien dalam membuat sebuah desain produk. Untuk itu dikembangkan sebuah *software* komputer untuk membantu proses pembuatan desain yang dikenal dengan *CAD* (*Computer Aided Design*). Penggunaan *software* CATIA lebih mudah dibandingkan dengan *software-software* lain dalam kelasnya. Oleh karena itu, CATIA sebagai *software* yang tergolong ke dalam kategori *high end solution* ini telah banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan besar di dunia, baik untuk industri otomotif, *aerospace*, peralatan elektronik, fabrikasi dan kapal, serta *molding*. Kelebihan dari *software* CATIA adalah mampu mengkombinasikan antara desain *solid*, *wireframe*, *sketch*, serta model dalam satu *windows area* yang disebut dengan *hybrid* desain.

ProCast

ProCAST merupakan salah satu dari sekian banyak tools/software yang digunakan untuk analisa dengan melibatkan aliran fluida. *ProCAST* menyediakan solusi komplit untuk industri pengecoran, dan merupakan salah satu *advance tool application* yang mampu memprediksi dan mengevaluasi secara keseluruhan pada proses pengecoran, termasuk penuangan dan cacat pada proses pembekuan (*solidification defect*), *mechanical properties* dan cacat pada bagian yang rumit. Aplikasi ini bisa menyajikan visualisasi dari perubahan desain dan untuk mengambil langkah yang benar dalam pembuatan sistem saluran pengecoran.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram alir

Berdasarkan Gambar 3.1 menjelaskan tentang tahapan-tahapan dalam proses pembuatan penelitian ini.

Spesifikasi Awal

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material cetakan yang digunakan sebagai acuan adalah material jenis H11, material ini merupakan baja paduan yang tahan terhadap temperature tinggi dan mempunyai ketahanan dimensi yang baik terhadap perlakuan panas.
2. Material benda cor yang digunakan adalah aluminium jenis A356 yang merupakan aluminium die casting dengan komposisi seperti tabel 3.1.

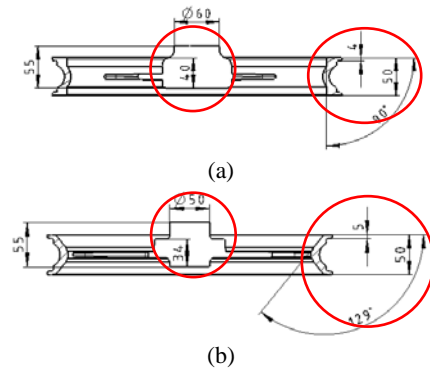
Tabel 3.1 Material composition of Aluminium A356

Cosition, %											Other	
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Each	Total	
6.5-7.5	0.20	0.20	0.10	0.25-0.45	0.10	...	0.2	0.05	0.15	

(sumber : ASM Metals Handbook Vol 15)

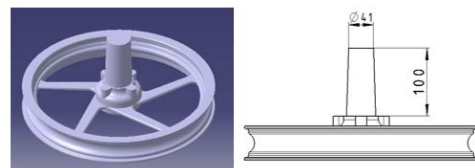
Proses Perancangan Desain Modifikasi

Perancangan modifikasi dilakukan berdasarkan desain awal yang sudah ada. Modifikasi dilakukan seperti pada gambar dibawah.



Gambar 3.2 Desain modifikasi produk velg

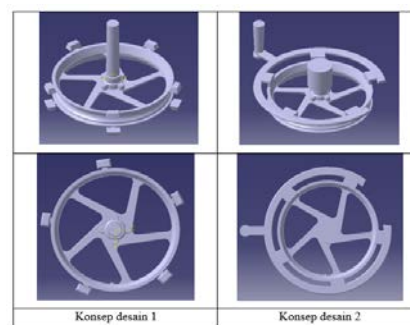
Gambar (a) merupakan desain awal produk dan gambar (b) merupakan desain modifikasi produk. Seperti terlihat pada gambar diatas modifikasi dilakukan terhadap beberapa dimensi dan bentuk, pengurangan ukuran diameter pusat ($\varnothing 60$ ke $\varnothing 50$) dilakukan untuk menghindari kegagalan coran akibat perbedaan ketebalan yaitu cacat *shrinkage porosity*, perubahan sudut luar jari-jari velg (sudut 90° ke 129°) dilakukan untuk mengurangi konsentrasi tegangan pada produk.



Gambar 3.3 Desain velg existing dengan sistem saluran

Gambar 3.6 merupakan gambar desain produk velg existing dilengkapi sistem salurannya, terlihat desain saluran sangat sederhana dengan hanya tambahan *sprue* berukuran $100 \times \varnothing 40$ mm.

Berdasarkan hal di atas dibuat 2 rancangan desain.



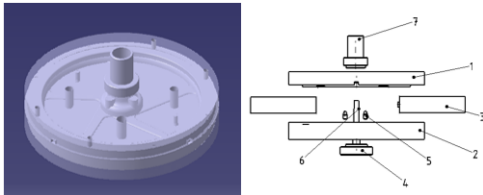
Gambar 3. 4 Rancangan desain modifikasi produk velg

Kelebihan dan kekurangan dari konsep desain 1

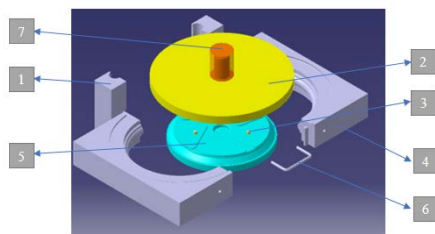
- Logam cair dialirkan dari pusat velg dan menyebar ke seluruh bagian dari diameter velg.
- Desain modifikasi lebih sederhana.
- Tidak dilengkapi dengan sistem riser, hanya menggunakan sistem pad yang ditempatkan diantara jari jari sebanak 5 buah.

- Karena tidak dilengkapi dengan riser ada kemungkinan masih terjadi cacat.
- Kelebihan dan kekurangan dari konsep desain 2
- Logam cair dialirkan dari pinnggir velg dialirkan dengan 5 saluran pengalir dan memusat di diameter velg.
- Dilengkapi dengan sistem riser.
- Karena dilengkapi riser kemungkinan terjadinya cacat akan berkurang.

Berdasarkan pertimbangan di atas dipilih desain dengan konsep desain no 2. Selanjutnya membuat desain cetakan.



Gambar 3.5 Desain cetakan existing



Gambar 3.6 Desain cetakan modifikasi

Keterangan Gambar 3.6

1. *Sprue* : berfungsi sebagai tempat masuk saluran logam cair
2. *Top mold* : Cetakan bagian atas
3. *Guide Pin* : Berfungsi sebagai penepat posisi antara *top mold* dan *bottom mold* pada saat dirakit
4. *Side mold*: Cetakan pembentuk lekukan pada sisi luar rim. Sebagai tempat dimana ban terpasang.
5. *Bottom mold*: Cetakan bagian bawah.
6. Pengunci: berfungsi untuk menahan side mold agar tidak berubah posisi pada saat proses pengecoran.
7. *Riser*: Merupakan saluran penambah untuk mengakomodasi penyusutan.

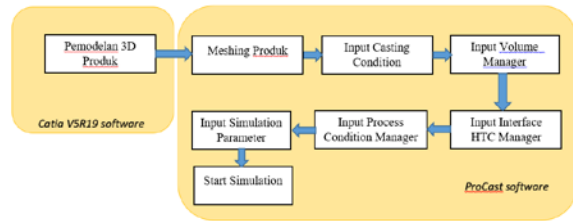
Pengolahan Data Simulasi

Simulasi dilakukan berdasarkan parameter berikut :

Tabel 3. 2 Parameter simulasi

Simulasi ke	Suhu Cetakan (°C)	Suhu Al °C	HTC
1.	300	750	500
2.	300	800	500
3.	300	800	700
4.	350	750	500
5.	350	800	500
6.	350	800	700

Langkah-langkah simulasi sebagai berikut :



Gambar 3.7 Langkah langkah simulasi.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7 pemodelan dilakukan pada software CATIA V5R19 dan untuk parameter parameter lain dilakukan pada software ProCast.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN DATA

Berdasarkan parameter-parameter yang telah disebutkan di atas, berikut adalah hasil dari simulasi yang telah dilakukan.




Tabel 4.1 Hasil simulasi ke-1

Simulasi Ke-1	Keterangan
	Produk velg setelah mengalami pembekuan 100%
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan x,y,z = 0
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan (x,y,z = 7,629; -13,845; -0,004)




Tabel 4.2 Hasil simulasi ke-2

Simulasi Ke-2	Keterangan
	Produk velg setelah mengalami pembekuan 100%
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan x,y,z = 0
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan (x,y,z = 7,9; -13,721; -0,050)




Tabel 4.3 Hasil simulasi ke-3

Simulasi Ke-3	Keterangan
	Produk velg setelah mengalami pembekuan 100%
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan x,y,z = 0
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan (x,y,z = 7,9; -13,703; -0,003)


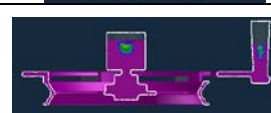
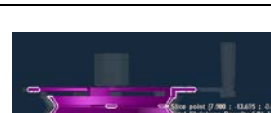
Tabel 4.4 Hasil simulasi ke-4

Simulasi Ke-4	Keterangan
	Produk velg setelah mengalami pembekuan 100%
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan x,y,z = 0
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan (x,y,z = 7,9; -13,844; -0,001)

Tabel 4.5 Hasil simulasi ke-5

Simulasi Ke-6	Keterangan
	Produk velg setelah mengalami pembekuan 100%
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan x,y,z = 0
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan (x,y,z = 7,9; -13,860; -0,117)

Tabel 4.6 Hasil simulasi ke-6

Simulasi Ke-6	Keterangan
	Produk velg setelah mengalami pembekuan 100%
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan x,y,z = 0
	Produk velg pada pandangan depan, koordinat potongan (x,y,z = 7,9; -13,695; -0,053)

Dari semua percobaan di atas cacat shrinkage terjadi di bagian sprue dan riser, tetapi hal ini tidak akan berpengaruh pada kualitas produk, karena nantinya bagian ini akan dibuang. Hal ini juga berarti desain riser telah mampu mengakomodir posisi penyusutan (shrinkage). di bagian produkpun masih terjadi shrinkage dengan persentase dan proses pembekuan sebagai berikut. Pada simulasi ke-1 logam coran mengalami pembekuan selama 252,76 detik, dengan cacat shrinkage terjadi sebesar 11,08 % pada koordinat potongan x,y,z = 7,629; -13,845; -0,004. Untuk simulasi ke-2 logam coran mengalami pembekuan selama 279,67 detik, dengan cacat shrinkage terjadi sebesar 7,34 % pada koordinat potongan x,y,z = 7,9; -13,721 -0,050. Untuk simulasi ke-3 logam coran mengalami pembekuan selama 217,30 detik, dengan cacat shrinkage terjadi sebesar 11,43 % pada koordinat potongan x,y,z = 7,9; -13,703 -0,003. Pada simulasi ke-4 logam coran mengalami pembekuan selama 328,63 detik, dengan cacat shrinkage terjadi sebesar 4,78 % pada koordinat potongan x,y,z = 7,9; -13,844; -0,001. Pada simulasi ke-5 logam coran mengalami pembekuan selama 339,42 detik, dengan cacat shrinkage terjadi sebesar 3,16 % pada koordinat potongan x,y,z = 7,629; -13,860; -0,117. Dan pada percobaan ke-6 logam coran mengalami pembekuan selama 267,87 detik, dengan cacat shrinkage terjadi sebesar 5,91 % pada koordinat potongan x,y,z = 7,9; -13,695; -0,053.

Dari keenam hasil simulasi didapatkan kualitas yang paling baik adalah pada percobaan ke-5 dengan perkiraan besar *shrinkage porosity* sebesar 3,16 %, dengan proses solidifikasi selama 339,42 detik, besar *shrinkage porosity* ini masih dapat di tolelir mengingat pada proses perhitungan ditambahkan nilai penyusutan sebesar 4,5 % dari keseluruhan produk. Dari beberapa percobaan simulasi di atas cacat missrun sudah tidak terlihat. Hasil ini didapat dari parameter suhu cetakan sebesar 350 °C, suhu

aluminium 800 °C, dengan nilai *Heat Transfer Coefficient* (HTC=500).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan bantuan aplikasi CAD/CAM didapatkan hasil modifikasi cetakan dengan posisi masuk logam cair ditempatkan di bagian pinggi benda cor.
2. Dengan mengubah sudut dan menambahkan radius pada ujung-ujung diameter luar rim velg, cacat misrun sudah dapat dihindari.
3. Berdasarkan hasil simulasi, penambahan desain riser berpengaruh terhadap berkurangnya *shrinkage porosity* yang terjadi yaitu 3,16%, lebih kecil dari nilai penambah penyusutan 4,5%, hasil tersebut diperoleh dari parameter suhu cetakan sebesar 350 °C, suhu aluminium 800 °C dengan nilai *Heat Transfer Coefficient* (HTC=500)

SARAN

1. Dilakukan pengecoran mengacu pada desain yang telah optimal secara simulasi.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dilakukan pengembangan desain kembali supaya disain cetakan lebih sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintoro, Musiono Waluyo. 2011. Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk dan Inokulan Al-Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan aluminium, Tesis, Yogyakarta: Universitas Gadjah mada.
- Hadiansyah, Ilham; Ramdani Ito. 2011. Rancang Bangun Model Cetakan Injeksi Plastik Menggunakan Software CATIA V5R19. Studi Kasus; Pembuatan Tempat Pensil. Tugas Akhir, Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Dieter G. E.1988. *Mechanical Metallurgy*. McGraw-Hill.
- Dwi Suhernowo, Suharto. Analisis Proses Pengecoran Velg Racing Dari Bahan Paduan Aluminium Silicon Dengan Cetakan Permanen, 2002.
- Guleyupoglu,S. 2011. Casting Process DESIGN Guidlines. Pennsylvania: Concurrent Technologies Corporation Johnstown.
- Polmear, I. J. 1995. *Light Alloys: Metallurgy of the Light Metals*. Arnold.
- P.Groover, Mikell. *Fundamentals of Modern Manufacturing*.
- Surdia Tata, dan Saito Shinroku. 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Dainippon Gitakarya Printing.

Solechan. 2010. Studi Pembuatan Prototipe Material Piston Menggunakan Limbah Piston Bekas dan ADC 12 yang Diperkuat Dengan Insert ST60 Dan Besi Cor, Tesis, Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.