

Rancang Bangun Sistem Saluran dan *Riser* Terhadap *Shrinkage* pada Pembuatan Rumah Transmisi Brajawahana dengan Pengecoran Pasir

Yordian Fachrie, dan Indra Sidharta

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: sidharta@me.its.ac.id

Abstrak— Rumah Transmisi adalah suatu komponen dari kendaraan yang berfungsi sebagai tempat transmisi roda-roda gigi yang berputar didalamnya. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara memodelkan produk cor rumah transmisi secara 3D, kemudian melakukan pengecoran secara simulasi software dan aktual dengan variasi saluran ingate 1, 2, dan 3 untuk dicari hasil dari cacat penyusutan tersebut. Kemudian dilakukan perbaikan pada variabel bebas dari perencanaan pengecoran yakni menambahkan open riser pada sistem pengecoran. Perbaikan dilakukan hingga mengurangi terjadi cacat *shrinkage* pada produk cor dengan mengoptimasi posisi riser secara simulasi software. Dari penelitian ini didapatkan data hasil simulasi software untuk dilakukan eksperimen berupa letak dan persentase cacat *shrinkage* yang terjadi pada produk cor dengan sistem 1 saluran metode open riser. Dari data tersebut selanjutnya dilakukan analisa dan pengujian, kemudian diambil kesimpulan mengenai dimensi dari riser yang efektif untuk mencegah terjadinya cacat *shrinkage* pada pengecoran cetakan pasir dengan material aluminium ADC12.

Kata Kunci—Aluminium ADC 12, Brajawahana, Open Riser, Rumah Transmisi, Sand casting, Shrinkage, Simulasi

I. PENDAHULUAN

Mobil Listrik Brajawahana merupakan mobil listrik nasional Indonesia yang dirancang untuk mendukung sektor transportasi dalam negeri. Mobil ini dibuat sendiri dan diproduksi seluruhnya oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, seperti chassis, bodi kendaraan, motor listrik dan perangkat transmisi. Motor listrik yang digunakan adalah motor listrik *Brushless Direct Current* (BLDC) dengan daya 30 KW dan dengan transmisi reduksi percepatan satu banding empat. Transmisi reduksi percepatan satu banding tiga ini terdiri dari rumah transmisi, dua buah gear, poros dan bantalan, namun pada penelitian ini dikhususkan membahas tentang rumah transmisi.

Rumah Transmisi adalah suatu komponen dari kendaraan yang berfungsi sebagai tempat transmisi roda-roda gigi yang berputar didalamnya. Dimana fungsi dari transmisi adalah sebagai pengubah putaran dari suatu poros menjadi kecepatan yang diinginkan [1]. Komponen ini akan berpasangan dengan motor listrik sehingga perputaran roda gigi itu akan menghasilkan getaran saat motor listrik berputar. Oleh karena itu, material yang digunakan untuk pembuatan rumah transmisi diharapkan mampu meredam getar namun tetap ringan.

Rumah transmisi yang digunakan pada brajawahana menggunakan aluminium ADC12 dengan proses machining

dengan menggunakan CNC untuk prototipnya, sedangkan untuk tujuan produksi massal tidak bisa dilakukan proses machining karena harga lebih mahal dan *cycle time* yang lebih lama dibandingkan produk pengecoran, oleh karena itu dilakukan proses pengecoran agar lebih ekonomis dan *cycle time* yang lebih cepat.

Salah satu cara-cara memproduksi rumah transmisi adalah dengan metode menggunakan *sand casting*. *Sand casting* digunakan sebagai persiapan untuk produk massal. Selain itu pengecoran ini dapat mencetak logam dengan titik lebur tinggi, dimensi benda coran yang kecil hingga besar, dan mampu mencetak benda dengan bentuk yang sulit. Pada proses pengecoran, segala macam bentuk cacat sangatlah dihindari karena akan mengurangi *mechanical properties* benda coran. Salah satu cacat yang umum terjadi pada benda hasil pengecoran adalah penyusutan. Penyusutan adalah lubang cacat yang disebabkan karena pengecilan yang terjadi ketika logam membeku [2].

Untuk mencegah dan meminimalisir cacat-cacat yang dapat timbul dalam proses *sand casting* adalah dengan perancangan gating system yang sesuai dengan standar AFS (*American Foundry Society*). *Gating system* adalah suatu mekanisme pada cetakan untuk mengalirkan logam cair dari *pouring basin* menuju ke rongga cetak. *Gating system* yang tepat mampu mengalirkan logam cair dalam kondisi laminar, dan mampu mengisi seluruh rongga cetak sehingga solidifikasi berlangsung dengan lebih cepat.

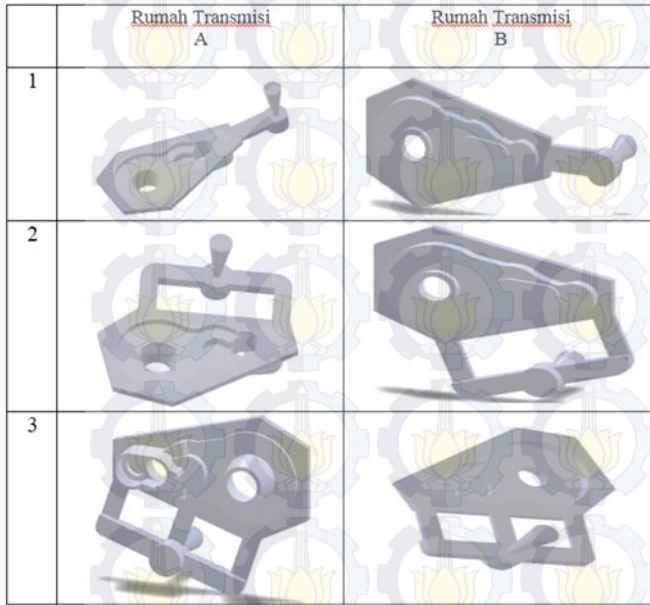
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk merancang dan menganalisa sistem saluran dan meminimalisir penyusutan (*shrinkage*) pada rumah transmisi secara simulasi maupun eksperimen, dan diharapkan dapat mengembangkan riset otomotif di Indonesia terutama dibidang pengecoran, dan membantu mengembangkan teori pengecoran dengan bantuan simulasi.

II. METODOLOGI

A. Tahap Persiapan

Persiapan berupa perencanaan penelitian yaitu meliputi pembuatan desain benda coran dan dilanjutkan dengan perhitungan sistem saluran. Variasi yang dilakukan adalah produk dengan memiliki 1,2, dan 3 saluran masuk pada produk rumah transmisi, dimana dibagi menjadi pasangan rumah transmisi A dan rumah transmisi B. Pada tabel 1 ditampilkan produk rumah transmisi A dan B dengan rancangan 1,2, dan 3 saluran.

TABEL 1. Rumah Transmisi A dan B dengan 1,2 dan 3 sistem saluran.



B. Simulasi Software

Setelah seluruh komponen gasing system digabungkan dengan produk coran, dilakukan simulasi dengan menggunakan software dengan memasukkan model 3D dengan format STL, lalu pemilihan objek sebagai metal maupun mold, benda produk coran dilakukan meshing agar kondisi batas dan parameter dapat dilihat dalam volume-volume kecil. Selanjutnya penentuan parameter dan batasan yang terjadi pada material coran dan dinding cetakan, pengaturan dimensi, letak, dan arah dimana logam cair serta jenis logam harus diatur beserta temperatur penuangan awal, temperatur awal cetakan. Setelah diatur jenis logam yang akan dimasukkan, diatur pula koefisien perpindahan panas dari metal menuju cetakan. Dari hasil simulasi akan didapatkan letak dan persentase cacat penyusutan beserta analisa yang telah dilakukan pada simulasi.

C. Pembuatan Pola dan Cetakan

Pembuatan pola dengan dimensi yang sesuai dengan benda coran dengan hasil simulasi yang terbaik yaitu dengan sistem 1 saluran masuk. Selanjutnya pola yang sudah jadi ditimbun pasir silica dengan campuran hardener.

D. Proses pengecoran

Pengecoran diawali dengan mencairkan ingot ADC 12 dengan berat yang telah ditentukan pada temperature 700°C menggunakan tungku krusibel. Hasil peleburan dituangkan kedalam saluran masuk. Setelah produk cor mendingin hingga temperature kamar, dilakukan pembongkaran cetakan dan pembersihan produk cor dari terak pasir cetak yang dilanjutkan dengan pemotongan sistem saluran dari produk coran.

E. Pengujian Produk

Setelah produk cor selesai dipisahkan dari sistem salurnya, dilakukan pengujian visual apakah terdapat cacat penyusutan yang terlihat dilanjutkan dengan pemeriksaan berat produk coran. Setelah itu, dilakukan ultrasonic testing untuk melihat

tebal benda coran dan dibandingkan dengan desain awal. Selanjutnya untuk melihat ada penyusutan pada benda coran dilakukan pengamatan radiography untuk memastikan lokasi dan tempat dari cacar penyusutan.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Data Awal

Data awal yang diperlukan untuk perancangan sistem saluran adalah luasan sprue (bawah dan atas), luasan runner, ingate dan riser untuk seluruh produk coran, dimana tertera pada tabel 2 yang akan dilanjutkan untuk tahap simulasi




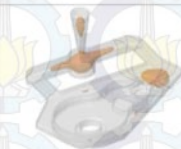


Tabel 2. Ukuran Dimesi sistem saluran

		A	B
Massa		5530 gr	5260 gr
Waktu Tuang		9s	9s
Luasan <i>Bottom Sprue</i>		163,6 mm ²	158,4 mm ²
Luasan <i>Top Sprue</i>		659,4 mm ²	500,9 mm ²
<i>Runner/ingate</i>	1	654,4 mm ²	633,6 mm ²
	2	327,2 mm ²	316,8 mm ²
	3	218,13 mm ²	211,2 mm ²
<i>Riser</i>	Side-R	67 mm ²	67 mm ²
	Top-R	28 mm ²	---

B. Hasil Simulasi tanpa Riser

Setelah dilakukan perancangan sesuai perhitungan, dilakukan simulasi 1,2 dan 3 sistem saluran masuk tanpa menggunakan riser sebagai acuan awal. Dari hasil 6 simulasi tersebut didapatkan persentase shrinkage yang didapat dari hasil perhitungan simulasi tanpa riser, dimana dijelaskan pada tabel 3. Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa sistem saluran masuk 1 memiliki persentase *shrinkage* yang lebih kecil dibanding sistem saluran lainnya baik 2 maupun 3 saluran masuk. Namun, dari ketiga sistem saluran yang disimulasikan dapat di optimalkan dengan riser agar dapat meminimalisir persentase *shrinkage*.







Tabel 3. Hasil persentasi *Shrinkage* pada simulasi tanpa riser

gate	Pengecoran Secara Simulasi A	Pengecoran Secara Simulasi B	Presentase Cacat <i>Shrinkage</i> (%)	
			A	B
1			4.03	3.07
2			4.84	3.3
3			5.2	5.8

C. Hasil Simulasi dengan Riser

Dengan menggunakan dua metode yakni side riser dan top riser, dengan dimensi yang disesuaikan dengan perhitungan, dapat dilihat hasil simulasi pengecoran dengan menggunakan riser seperti pada tabel 4. Dari hasil tabel 4 dapat dilihat bahwa riser dapat meminimalisir cacat *shrinkage* pada produk coran dengan optimal dengan nilai terkecil adalah sistem satu saluran.

Tabel 4. Hasil persentasi *Shrinkage* pada simulasi dengan riser

gate	Pengecoran Simulasi A	Pengecoran Simulasi B	Presentase <i>Shrinkage</i> (%)	
			A	B
1			0.002	0.09
2			0,14	1.61
3			0.97	3.1

D. Hasil pengecoran secara eksperimen

Setelah kita ketahui bahwa sistem satu saluran masuk dengan riser adalah yang paling optimal dalam meminimalisir *shrinkage*, maka dilanjutkan dengan pengecoran eksperimen



dengan dimensi sesuai dengan sistem satu saluran masuk dengan riser.

Tabel 5. Hasil visual produk eksperimen



Dari hasil pengecoran diatas terlihat bahwa produk memiliki permukaan yang halus, dan tidak nampak adanya penyusutan pada permukaan, setelah itu akan dilakukan pengecekan berat dari produk cor tersebut sesuai tabel 6. Dapat dilihat perbedaan berat pada eksperimen tidak jauh berbeda dari desain awal.

Tabel 6. Hasil penimbangan benda coran

	A	B
Hasil Penimbangan		
Berat Coran Eksperimen	4865.6 gram	5774 gram
Berat Coran Simulasi	4.866.24 gram	5775.6 gram

E. Pengujian ultrasonic

Pengujian ultrasonic ini digunakan untuk mengamati ada atau tidaknya perubahan ketebalan pada benda produk coran, yang digunakan sebagai pengamatan pada produk coran adalah lokasi yang diindikasikan terdapat *shrinkage* seperti yang ditemukan pada hasil simulasi, dimana dapat dilihat pada gambar 1 yakni posisi pengamatan menggunakan ultrasonic.

Dari pengamatan ultrasonic dari kedua rumah transmisi diatas, didapatkan bahwa tidak ada ketebalan yang berbeda jauh yang dapat dianggap tidak terjadi cacat *shrinkage* pada posisi yang diindikasikan terjadi cacat, hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Hasil pengukuran ketebalan pada produk coran A

Area	Pengukuran UT (mm)	Pengukuran sebenarnya (mm)
1	A	19.2
	B	19.3
	C	19.2
2	A	44.2
	B	44.3
3	A	60.7
	B	60.6
	C	60.8
4	A	19.7

Tabel 7. Hasil pengukuran ketebalan pada produk coran A

Area	Pengukuran UT (mm)	Pengukuran sebenarnya
1	A	19.3
	B	19.2
	C	19.3
2	A	41.4
	B	41.4
	C	40.9
3	A	19.7
	B	19.6
4	A	38.9
	B	38.6
	C	38.8
5	A	19.6

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian, analisa dan simulasi percobaan didapatkan beberapa

kesimpulan diantara lain sebagai berikut :

- 1) Pada simulasi Rumah Transmisi A system satu saluran masuk presentase cacat *shrinkage* sebesar 4.03%, simulasi system dua saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 4.84%, dan simulasi system tiga saluran masuk presentase cacat

shrinkage 5.2%. Sedangkan pada simulasi Rumah Transmisi A dengan riser, system satu saluran masuk presentase cacat *shrinkage* sebesar 0.002%, simulasi system dua saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 0.14%, dan simulasi system tiga saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 0.97%.

- 2) Pada simulasi Rumah Transmisi B system satu saluran masuk presentase cacat *shrinkage* sebesar 3.07%, simulasi system dua saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 3.3%, dan simulasi system tiga saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 5.8%. Sedangkan Pada simulasi Rumah Transmisi B dengan riser, system satu saluran masuk presentase cacat *shrinkage* sebesar 0.09%, simulasi system dua saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 1.61%, dan simulasi system tiga saluran masuk presentase cacat *shrinkage* 3.1%.
- 3) Dari ketiga system saluran, didapatkan cacat yang paling sediki adalah satu system saluran dengan presentase cacat *shrinkage* 0.002% untuk rumah transmisi A dan 0.09 untuk rumah transmisi B.
- 4) Pelaksanaan pada proses pengecoran menggunakan system satu saluran sudah efisien.
- 5) Setelah dilakukan pengamatan secara visual dari hasil proses pengecoran rumah transmisi, tidak terlihat cacat pada permukaan yang mengindikasikan terjadi *shrinkage*. Saat pengamatan dengan bantuan *radiography* dan *ultrasonic*, tidak terlihat adanya cacat penyusutan pada produk coran.

V. SARAN

1. Pengecoran Rumah transmisi Brajawahana perlu dikembangkan lagi kedepannya dalam segi teknologi pengecorannya agar mendapatkan kualitas pengecoran yang baik dan selain itu mempertimbangkan hasil coran dengan simulasi dimana dijadikan batasan masalah dalam penelitian.
2. Mengembangkan software pengecoran untuk dapat menghitung cacat *shrinkage* hanya pada daerah tertentu secara otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada bapak Indra Sidharta, ST., M.Sc atas bimbingan dalam menyelesaikan artikel ilmiah ini dan semua pihak yang berpartisipasi dalam proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surdia, Tata., Chijiwa, Kenji., 2006. "Teknik Pengecoran Logam." PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- [2] CSIRO Light Metals Flagship Nasional Research. "Technical data Sheet for Heat Treated Aluminium High Pressure Die Castings." Private bag 33 clayton South MDC, Victoria 3169, Lumley@csiro.au.
- [3] ASM Handbook, 1992. "Sifat and Selection: Nonferrous Alloys and Special Purpose Materials." Volume 2, ASM International.

- [4] R Brown, John. Foseco Ferrous Foundryman's Handbook. 11th edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994..
- [5] American Foundrymen's Society Training & Research Institute. 1972. Basic Principle of Gating and Riser. Golf&Wolf Roads Des Plaines Illinois..

