



Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Hasil Coran pada Metode Pengecoran Sentrifugal dalam Pembuatan Produk Pisau Pakan Ternak dengan Material Ni-Hard1

Roni Kusnowo¹, Kus Hanaldi²

^{1,2}Jurusan Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung, Bandung
roni@polman-bandung.ac.id

Abstract

Animal feed knife is a tool that serves to cut and chop animal feed consisting of grass as the main ingredient with additives such as bran, herbs, concentrate, cassava, tofu pulp and others. Therefore, as a cutting tool must have the properties of friction resistance, impact resistance, and have good sharpness, so that the material chosen is Ni-Hard 1. The use of centrifugal casting method was chosen because it has the advantage of being able to make castings with relatively thin thickness this is due to the influence of the centrifugal force on the distribution of metal liquids throughout the cavity in the mold. Case study in this study is the use of centrifugal casting methods as an alternative to gravity casting methods to overcome defects of misruns. This research was conducted to investigate the effect of speed on the formation of castings products. The method that was carried out began with a literature study on centrifugal casting, and continued by determining the material, the temperature of the cast is in the range 1250°C - 1300°C, and the type of mold. The next step is to do work drawings, pattern making, mold making, casting processes, fettling processes, and analysis. With variations in speed of 200 rpm, 300 rpm and 400 rpm, it can be seen the optimal speed for making this product. The results of this study obtained optimal speed at a speed of 300 rpm to make good quality of animal feed knife products.

Keywords: centrifugal casting; gravity casting; Ni-Hard1; rotate speed

Abstrak

Pisau pakan ternak adalah alat yang berfungsi untuk memotong dan mencacah pakan ternak yang terdiri dari rumput sebagai bahan utama dengan aditif seperti dedak, ramuan, sentrat, singkong, ampas tahu dan lainnya. Oleh karena itu, sebagai alat pemotong harus memiliki sifat ketahanan gesek, ketahanan benturan dan memiliki ketajaman yang baik, sehingga bahan yang dipilih adalah Ni-Hard 1. Penggunaan metode pengecoran sentrifugal dipilih karena memiliki keunggulan yaitu mampu membuat coran dengan ketebalan yang relatif tipis. Hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya sentrifugal pada distribusi cairan logam di seluruh rongga cetakan. Pada penelitian ini penggunaan metode pengecoran sentrifugal sebagai alternatif metode pengecoran gravitasi untuk mengatasi cacat produk cor. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar pada pembentukan produk cor. Metode yang dilakukan dimulai dengan studi literatur tentang metode pengecoran sentrifugal dan dilanjutkan dengan menentukan bahan, suhu gips berada di kisaran 1250°C – 1300°C serta jenis cetakan. Langkah selanjutnya adalah mengerjakan gambar kerja, pembuatan pola, membuat cetakan, proses pengecoran, proses fettling, dan analisis. Dengan variasi kecepatan 200 rpm, 300 rpm dan 400 rpm, dapat dilihat kecepatan optimal untuk membuat produk ini. Hasil penelitian ini menunjukkan kecepatan optimal pada kecepatan 300 rpm untuk membuat produk pisau pakan ternak berkualitas baik.

Kata kunci: pengecoran sentrifugal; gravity casting; Ni-Hard1; kecepatan putar

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan makanan ternak merupakan dasar dalam usaha pengembangan peternakan terutama untuk ternak ruminansia termasuk di dalamnya sapi perah, sapi potong (pedaging). Hal ini dimungkinkan bila kita mampu mengelola strategi penyediaan pakan hijauan baik rumput maupun legum. Di Indonesia dengan kondisi iklim dan tanah yang subur membuat peternak tidak pernah memikirkan dan merencanakan penyediaan pakan hijauan yang cukup baik kualitas maupun kuantitasnya. Sebagian besar peternak umumnya belum memiliki lahan yang cukup untuk budidaya hijauan, bahkan ada yang tidak memiliki lahan kebun rumput. Keterbatasan lahan untuk penanaman hijauan merupakan kendala bagi peternak. Di samping itu para peternak belum mengupayakan lahan kebun rumputnya dikelola secara baik dan efektif sehingga produktivitasnya belum optimal. Kebutuhan pakan ternak pada tahun 2017 sebesar 12,85 juta ton. Mengingat besarnya kuantitas rumput yang akan dicacah, kegiatan pencacahan hanya mungkin dilakukan dengan menggunakan mesin. Spesifikasi mesin pencacah juga harus memenuhi kebutuhan dan kondisi peternak sapi yang ada di Indonesia. Salah satu komponen yang paling penting dari mesin pencacah pakan ternak ini adalah pisau.

Pisau pakan ternak adalah sebuah alat yang berfungsi untuk memotong dan mencacah pakan ternak yang terdiri dari rumput sebagai bahan utama dengan tambahan seperti bekatul, ramuan, sentrat, ketela, ampas tahu dan lainnya yang dibutuhkan untuk memenuhi gizi ternak agar daging ternak cepat berkembang. Pisau pakan ternak sebagai alat potong harus memiliki sifat tahan gesek, keras, tahan karat, dan memiliki ketajaman yang baik. Pisau pakan ternak ini memiliki ukuran ketebalan 3 mm. Adapun produknya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pisau pakan ternak

Pengembangan dalam proses pembuatan pisau pakan ternak ini perlu dilakukan mengingat kebutuhan mesin pencacah rumput pada tahun 2003 sebanyak 6.598 unit [1]. Pisau potong pakan ternak ini umumnya dibuat dengan proses pengecoran logam metode *gravity casting*. Akan tetapi penggunaan proses tersebut pada pembuatan produk pisau pakan ternak ini belum optimal. Karena ketebalan produk pisau pakan ternak ini relatif tipis, sehingga produk ini sulit untuk dibuat dengan metode *gravity casting*. Produk coran yang tipis sangat rentan untuk mengalami cacat coran, adapun cacat coran yang umumnya terjadi pada produk pisau pakan ternak ini adalah cacat misruns yaitu cacat pada coran karena pengisian cairan pada cetakan tidak penuh. Untuk mengatasi cacat coran misruns pada produk pisau pakan ternak, perlu dilakukan penelitian pembuatan pisau potong pakan ternak dengan menggunakan metode lain, yaitu proses pengecoran logam metode pengecoran sentrifugal (*centrifugal casting*). Metode ini dipilih karena memiliki kelebihan mampu membuat produk coran dengan ukuran ketebalan yang relatif tipis, hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari gaya sentrifugal terhadap distribusi cairan logam keseluruhan rongga pada cetakan [2]-[3]. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, produk coran yang dihasilkan melalui metode *centrifugal casting* lebih baik dibandingkan dengan *gravity casting* [4]-[5]. Selanjutnya penelitian ini akan berfokus pada proses pembuatan produk pisau potong pakan ternak dengan metode pengecoran sentrifugal dengan mencari kecepatan putar optimal untuk menghasilkan produk terbaik.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yaitu mengamati, mengukur dan menghitung spesifikasi produk, kemudian menganalisis data sehingga ada kontribusi baru dalam proses dan produk.

2.1. Perancangan Coran

Dalam perancangan coran ini meliputi penentuan: temperatur *pouring*, jenis cetakan, metode sentrifugal yang digunakan, dan material yang digunakan.

a. Temperatur *Pouring*

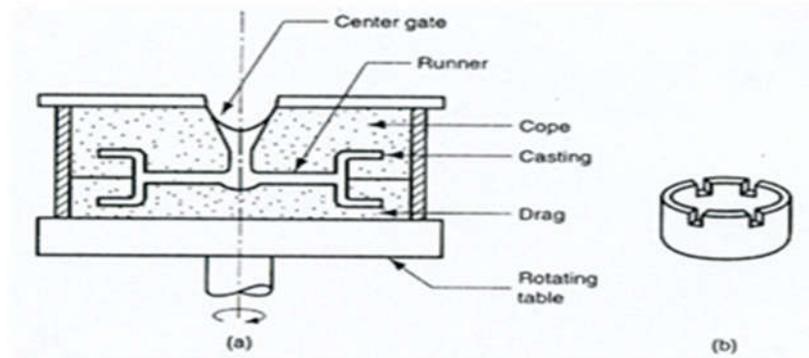
Besarnya temperatur haruslah persis pada setiap percobaan. Pada penelitian ini temperatur *pouring* yang digunakan adalah $1300^{\circ}\text{C} - 1350^{\circ}\text{C}$. Hal ini mengacu pada dasar teori yang dibahas pada bab dua bahwa temperatur cair material Ni-Hard 1 adalah 1260°C .

b. Cetakan

Cetakan adalah media yang digunakan untuk membentuk produk coran. Jenis cetakan yang ditetapkan pada penelitian ini adalah menggunakan pasir cetak kering yaitu pasir cetak CO2 Process. Adapun alat-alat yang digunakan adalah rangka cetak diameter 280 mm dengan tinggi 50 mm, penumbuk kayu, pola kayu, mesin mixer, gelas ukur, matabor dan meja kerja.

c. Metode Sentrifugal

Pada penelitian ini menggunakan metode sentrifugal yaitu jenis yang menggunakan saluran turun dan saluran masuk untuk menyuplai cairan ke benda coran. Pemilihan metode sentrifugal ini dilakukan untuk pembuatan produk pisau pakan ternak karena bentuknya yang tidak silinder, bentuk yang tidak silinder ini sangat sulit dibuat dengan menggunakan dua jenis sentrifugal yang lain yaitu *true centrifugal casting* dan *semicentrifugal casting*. Metode *centrifuge centrifugal casting* adalah pilihan yang paling cocok untuk benda coran yang tipis seperti pisau pakan ini. Dalam pengecoran *centrifuge* cetakan dirancang dengan beberapa rongga cetak yang diletakkan disebelah luar dari pusat rotasi sedemikian rupa sehingga logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan akan di distribusikan ke setiap rongga cetak melalui ingate dengan gaya sentrifugal, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Proses pengecoran *centrifuge centrifugal casting*.

d. Material

Material yang ditetapkan pada penelitian ini adalah Ni-Hard 1. Pemilihan material ini berdasarkan tuntutan sifat pada produk pisau pakan yaitu tahan gesek, keras, tahan karat, dan memiliki ketajaman yang baik. Material Ni-Hard 1 memiliki ketahanan abrasif, kekerasan, dan tahan karat yang baik, pemilihan jenis material ini juga dikarenakan pada proses pembuatannya mudah dan murah. Kekerasan pada material ini bertujuan agar produk ini bisa ditajamkan dengan baik. Material ini juga diharapkan memiliki ketahanan korosi yang baik dikarenakan terdapat fasa karbida chrom yang melindungi material dari korosi. Sehingga diharapkan pada pengaplikasian pisau ini ketika di gunakan untuk mencacah pakan ternak tidak menyebabkan pakan mengandung unsur karat yang membahayakan untuk ternak tersebut.

Adapun sifat fisik dan mekanik bahan Ni-Hard 1 tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik dan mekanik material Ni-Hard1

Density (g/cm ³)	7,6 – 7,8
Thermal Conductivity (W/m.K)	15 – 30
Melting Temperature (°C)	1260
Modulus of Elasticity (Gpa)	169 – 183
Tensile Strength (Mpa)	500 – 620
Casting Hardness (HBN)	550 – 690

2.2. Perhitungan Kecepatan

Mengacu pada rumus perhitungan yang ada [6] diperoleh nilai kecepatan pada penelitian ini sebagai berikut :

$$\text{Gaya Centrifugal (Fc) : } 75G = 75 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 735,75 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Radius Terluar Benda (r) : } 148 \text{ mm} = 0,148 \text{ m}$$

$$\text{Massa Benda (m) = } 4 \text{ Kg.}$$

$$F_c = \omega^2 \cdot r \cdot m$$

$$\omega^2 = F_c / (r \cdot m)$$

$$\omega = \sqrt{F_c / (r \cdot m)}$$

$$\omega = \sqrt{735,75 / (0,148 \times 0,4)}$$

$$\omega = 31,53 \text{ rad/s}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh hasil 31,53 rad/s kemudian hasil ini dikonversikan ke dalam satuan rpm yaitu hasil dikali $60/2\pi$ sehingga diperoleh nilai kecepatan 301,08 rpm. Kecepatan ini dijadikan sebagai acuan kecepatan yang kemudian divariasikan menjadi 200 rpm, 300 rpm, dan 400 rpm.

2.3. Proses Pengecoran Logam

Proses pengecoran logam meliputi pembuatan cetakan dan proses pouring. Di dalam proses pembuatan cetakan, menggunakan cetakan pasir kering CO2 process, dan pada proses pouring atau proses penuangan cairan dari ladle kedalam cetakan. Proses ini harus secepat mungkin untuk menjaga temperatur cairan tidak drop ketika masuk kedalam cetakan. Pada penelitian ini ditetapkan temperatur pouring pada 1300°C – 1350°C.

2.4. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan mesin uji rockwell dengan beban 150 kgf, menggunakan skala rockwell C, dan menggunakan *indenter diamond cone* sesuai standar ASTM E 18. Pengujian ini bertujuan untuk melihat perbedaan kekerasan yang dihasilkan dari metode pengecoran sentrifugal dan *gravity casting*. Nilai kekerasan ini akan berpengaruh pada kemampuan produk untuk ditajamkan. Berdasarkan pada ASTM A 532 A nilai kekerasan minimum untuk material Ni-Hard 1 adalah 53 HRC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengecoran dilakukan di workshop Pengecoran Logam pada Jurusan Pengecoran Logam Polman Bandung. Proses pengecoran dengan metode pengecoran sentrifugal disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pengecoran sentrifugal

3.1. Hasil percobaan 1

Percobaan pertama dilakukan dengan kecepatan 200 rpm. Pada benda hasil percobaan pertama terlihat pada Gambar 4.

Percobaan 1	Hasil		
	A	B	C
Panjang (mm)	110	110	108
Lebar (mm)	42	41	40
Tebal (mm)	4	4	4
Temp. <i>Pouring</i> (°C)	1320°C		
Material	Ni-Hard 1		
Kecepatan (rpm)	200 rpm		
Berat Produk (Kg)	108,3	103,8	100,5



Gambar 4. Hasil percobaan 1

Pada percobaan pertama produk coran belum terbentuk dengan baik, bisa dilihat pada Gambar 4 terdapat cacat pada produk coran. Pada produk A produk coran mengalami penambahan ketebalan dikarenakan cetakan yang pecah dapat dilihat dari bentuk yang terdapat pada produk A. Pada produk B dan C, bentuk produk tidak terbentuk secara sempurna. Pada produk ini terdapat cacat misruns yaitu cacat pada produk cor dikarenakan pengisian cairan logam pada cetakan tidak penuh. Atau dengan kata lain, cacat cor ini terjadi akibat pembekuan logam yang prematur sebelum cetakan terisi penuh oleh cairan. Ciri-ciri yang dimiliki oleh cacat ini adalah memiliki bentuk bulat atau membentuk radius pada ujungnya seperti lidah, serta permukaan yang halus dan licin.

3.2. Hasil percobaan 2

Percobaan kedua dilakukan dengan kecepatan 300 rpm. Pada benda hasil percobaan kedua terlihat pada Gambar 5.

Percobaan 2	Hasil		
	A	B	C
Panjang (mm)	110	110	110
Lebar (mm)	40	40	40
Tebal (mm)	3	3	3
Temp. <i>Pouring</i> (°C)	1325°C		
Material	Ni-Hard 1		
Kecepatan (rpm)	300 rpm		
Berat Produk (Kg)	96,8	91,2	93,1



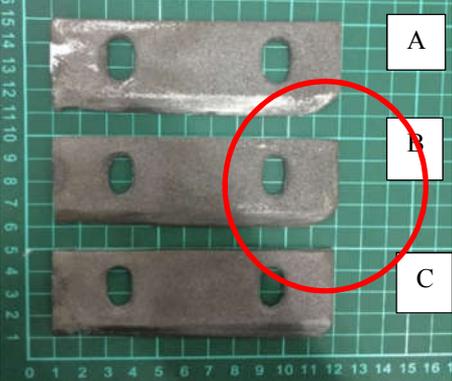
Gambar 5. Hasil percobaan 2

Pada percobaan kedua, produk coran terbentuk dengan sangat baik. Produk yang dihasilkan sangat baik dan tidak terjadi cacat misruns. Hal ini senada dengan nilai perhitungan yang dilakukan sebelumnya, dimana nilai kecepatan optimum untuk membuat produk pisau pakan ternak ini adalah 300 rpm. Kecepatan pada percobaan kedua ini merupakan nilai kecepatan yang optimal sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan rumus yang dibahas pada bab sebelumnya. Hal ini membuktikan bahwa rumus perhitungan yang tuliskan oleh Kamlesh sesuai dan bisa diterapkan dalam pembuatan produk coran ini.

3.3. Hasil percobaan 3

Percobaan ketiga dilakukan dengan kecepatan 400 rpm. Pada benda hasil percobaan ketiga terlihat pada Gambar 6.

Percobaan 3	Hasil		
	A	B	C
Panjang (mm)	110	110	110
Lebar (mm)	40	40	40
Tebal (mm)	4	4	4
Temp. <i>Pouring</i> (°C)	1318°C		
Material	Ni-Hard 1		
Kecepatan (rpm)	400 rpm		
Berat Produk (Kg)	82,0	84,2	86,3



Gambar 6. Hasil percobaan 3

Pada pengecoran ketiga, produk coran dapat terbentuk akan tetapi ada beberapa daerah yang tidak maksimal terisi oleh cairan. Daerah tersebut berada pada ujung produk coran hal ini disebabkan karena daerah tersebut sangat sedikit menerima gaya sentrifugal. Selain itu pada kecepatan 400 rpm, produk coran mengalami penambahan ketebalan pada daerah terjauh dari pusat jari-jari. Hal ini dikarenakan gaya sentrifugal yang mendorong cairan ke dalam rongga cetak terlalu besar, sehingga cairan menumpuk pada ujung produk coran. Selain itu terlihat dari berat produk pada percobaan ketiga memiliki nilai yang lebih rendah, hal ini diduga terbentuknya cacat gas di bagian dalam pada produk coran yang disebabkan dari putaran yang terlalu tinggi.

3.4. Hasil pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan metode pengujian kekerasan Rockwell yang mengacu kepada standar ASTM E 18 dengan skala kekerasan skala C, gaya pembebanan yang digunakan sebesar 150 kgf, dan menggunakan *indenter diamond cone* seperti pada Gambar 7. Pengujian langsung dilakukan pada produk coran.



Gambar 7. Proses pengujian kekerasan Rockwell

Setelah proses pengujian kekerasan Rockwell dilakukan, langkah selanjutnya adalah proses pengolahan data hasil dari proses pengujian, adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan Rockwell

Produk Coran	Beban Awal	Beban Utama	Hasil Pengujian			Rata-rata
			A	B	C	
Rpm 200	10	140	55,7	55,9	55,9	55,8
Rpm 300	10	140	55,9	55,1	56,0	55,7
Rpm 400	10	140	55,2	55,3	55,9	55,5
Gravity Alt 1	10	140	56,6	56,5	56,0	56,4
Gravity Alt 2	10	140	56,3	55,3	55,9	55,8

Hasil pengujian kekerasan pada Tabel 2 diperoleh nilai kekerasan yang tidak jauh berbeda antara kekerasan dengan metode pengecoran sentrifugal dengan metode *gravity casting*. Nilai kekerasan ini sesuai dengan standar ASTM A532A untuk nilai kekerasan material Ni-Hard 1.

Berdasarkan ketiga proses percobaan dengan variasi kecepatan yang berbeda-beda terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil benda coran yang dihasilkan melalui metode pengecoran sentrifugal. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian [5] dimana variasi perubahan putaran pada metode sentrifugal dapat mempengaruhi hasil coran yang dihasilkan, baik dari segi cacat penyusutan luar maupun peningkatan kekuatan.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan optimal untuk membuat produk coran pisau pakan ternak ini adalah 300 rpm. Karena pada kecepatan ini produk terbentuk dengan sangat baik. Nilai kekerasan tidak mengalami perubahan yang signifikan pada metode pengecoran sentrifugal maupun pada metode *gravity casting* yaitu berada pada 55 HRC. Selain itu diperoleh kesimpulan lainnya bahwa metode pengecoran sentrifugal ini sangat baik diterapkan sebagai alternatif untuk membuat produk coran yang relatif tipis.

Dari penelitian yang sudah dilakukan penulis menyarankan untuk melakukan percobaan lain seperti pembuatan sampel uji tarik yang berbentuk plat sebagai alternatif proses pembuatannya. Selain itu sebelum melakukan penelitian dengan menggunakan mesin sentrifugal ini sebaiknya lakukan perbaikan-perbaikan seperti penambahan penutup atas dan melakukan proses bubut untuk memperbaiki kedudukan piringan yang tidak stabil agar meminimalisir getaran yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Didi Joko Susilo, Purwadi Joko Widodo, Ubaidillah, " Mekanisasi Proses Pencacahan Bahan Pakan Ternak dalam Pembuatan Pakan Ternak Fermentasi", *Jurnal Mekanika*, vol.11, no.1, pp. 31-36, 2012.
- [2]. Roni Kusnowo, Sophiadi Gunara, "Engineering design of centrifugal casting machine", AIP Conference Proceedings, Solo, 2017, DOI: 1855. 030026. 10.1063/1.
- [3]. Anupam Das, S C. Mondal, Thakkar J J., Maiti J., " A methodology for modeling and monitoring of centrifugal casting process", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 32 Issue: 7, pp.718-735, 2015, <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2013-0122>.
- [4]. William S. Ebhota, Akhi S. Karun, Freddie L. Inambao, "Centrifugal casting technique baseline knowledge, applications, and processing parameters: Overview", *International Journal of Materials Research*, 2016, DOI: 10.3139/146.111423.
- [5]. Nugroho Santoso, Widia Setiawan, "Variasi perubahan putaran pada pengecoran aluminium bentuk puli dengan metode centrifugal casting terhadap peningkatan kekuatan mekanik", *Jurnal Material Teknologi Proses*, Vol. 1 no.1, pp.9-11, 2015.
- [6]. Kamlesh, Centrifugal Casting [online], diakses 12 Agustus 2018, available: <http://efoundry.iitb.ac.in/TechnicalPapers/dissertations/Kamlesh-CentrifugalCasting.pdf>