

PROSES MANUFAKTUR DAN ESTIMASI BIAYA PRODUKSI UNTUK PRODUK KELOS

A. Suwandi^{1,*}, A. Hermanto¹, D.L. Zariatn¹, B. Sulaksono¹, dan E. Prayogi¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Srengseng Sawah Jagakarsa, 12630

*E-mail: agrisuwandi@univpancasila.ac.id

Diterima: 12 Agustus 2018

Direvisi: 15 November 2019

Disetujui: 2 Februari 2019

ABSTRAK

Alat bantu penangkapan ikan adalah alat yang digunakan sebagai pendukung kegiatan penangkapan ikan para nelayan dan kelos adalah salah satunya. Kelos berfungsi sebagai alat bantu penggulung jaring dengan bentuk seperti tabung yang mengecil pada bagian tengah serta memiliki lubang poros untuk berputar. Dalam mendukung program pemerintah khususnya Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam menyediakan alat bantu tangkap bagi nelayan menengah ke bawah, maka diperlukan penelitian tentang alat bantu penangkapan. Tulisan ini menyajikan tentang penelitian lanjutan untuk mendapatkan proses pengecoran yang optimal serta estimasi biaya produksi yang minimum. Metode manufaktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode design for manufacturing. Berdasarkan hasil yang didapatkan, bahwa masih terdapat cacat pada produk kelos yang dihasilkan, yaitu cacat porositas dan inklusi. Cacat porositas disebabkan oleh runtuhnya pasir pada saat proses pengecoran, sehingga ada bagian yang tidak terbentuk. Solusinya adalah dengan menambahkan komposisi cairan penguat pasir. Sedangkan cacat inklusi terjadi akibat adanya renggangan pada bagian sambungan antara *cope* dan *drag*, maka solusinya adalah dengan menambahkan bagian pengunci pada area yang mudah renggang. Perkiraan harga biaya produksi untuk 1 unit produk kelos berdasarkan hasil analisis biaya produksi, yaitu ± Rp. 7.537.530 (tujuh juta lima ratus tiga puluh tujuh ribu lima ratus tiga puluh rupiah) dengan kapasitas produksi 3-4 unit kelos siap pakai per hari.

Kata kunci: *kelos, casting, design for manufacturing*

ABSTRACT

Fishing aids are tools used to support fishing activities of fishermen and spools are one of them. Kelos function as a tool for nets rollers with a shape like a tube that shrinks in the middle and has a shaft to rotate. In supporting the government program specifically the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries in providing fishing equipment for lower-middle-class fishermen, research is needed on fishing aids. This paper presents a follow-up study of the research to obtain the optimal casting process and the minimum estimated production costs. The design for the manufacturing method is used in this study. Based on the results obtained, that there is still defects porosity and inclusion in kelos products. Porosity defects are caused by the collapse of sand during the casting process so that there are parts that are not formed. The solution is to add a composition of water glass of sand. While inclusion defects occur due to a stretch in the connection between the cope and drag, the solution is to add a locking part to the area that is easily stretched. The estimated price of production costs for 1 unit of spooled products based on the results of the analysis of production costs, which is ± Rp. 7,537,530 (seven million five hundred thirty-seven thousand five hundred thirty rupiahs) with the capacity to produce 3-4 ready-made kelos per day.

Keywords: *kelos, casting, design for manufacturing*

PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia terletak di sekitar garis khatulistiwa tepatnya berada di antara 94°45' BT - 141°01' BT dan 06°08' LU - 11°05' LS. Luas seluruh wilayah teritorial Indonesia adalah 7,7 juta km². Luas wilayah perairan mencapai 5,8 juta km² atau sama dengan tiga per empat dari luas wilayah Indonesia. Luas perairan tersebut terdiri dari Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) 2,7 juta km², laut nusantara 2,3 juta km² dan perairan teritorial 0,8 juta km². Luas wilayah perairan Indonesia tersebut telah diakui oleh *United Nation Convention of The Sea* (UNCLOS) (Lasabuda, 2013)

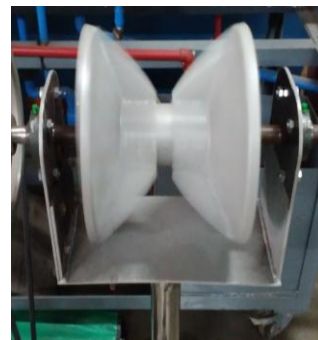
Perairan laut Indonesia memiliki potensi lestari sumber daya ikan atau *Maximum Sustainable Yield* (MSY) sebesar 7,3 juta ton per tahun, dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan atau *Total Allowable Catch* (TAC) sebesar 5,8 juta ton per tahun (80 persen dari MSY). Potensi tersebut baru dimanfaatkan sebesar 5,4 juta ton pada tahun 2013 atau baru 93% dari *Total Allowable Catch* (TAC) (Retnowati, 2011). Total produksi perikanan tangkap adalah 5,863 juta ton dan potensi mikro flora fauna kelautan belum terekplorasi secara penuh sebagai penyangga pangan fungsional pada masa depan (Pudjiastuti, 2015).

Penggunaan alat bantu penangkap ikan dalam aktivitas penangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia yang masih rendah harus didorong dengan penelitian dan pengembangan agar pemanfaatan alat bantu penangkap ikan dapat lebih maksimal dalam penyediaan kebutuhan ikan dalam negeri. Alat bantu penangkapan ikan adalah alat yang digunakan sebagai pendukung kegiatan penangkapan ikan (BSN, 2008). Salah satu komponen dari alat bantu penangkapan ikan adalah kelos. Kelos berfungsi sebagai tempat penggulung jaring (BSN, 2008).

Penelitian yang dilakukan oleh Cahyadi dan Suwandi (Cahyadi & Suwandi, 2017) menyatakan bahwa, pemanfaatan sumber daya perikanan, khususnya perikanan laut (tangkap), sampai saat ini masih didominasi oleh usaha perikanan rakyat yang umumnya memiliki karakteristik; skala usaha kecil, aplikasi teknologi yang sederhana, jangkauan operasi penangkapan yang terbatas di sekitar pantai dan produktivitas yang relatif

masih rendah. Produktivitas nelayan yang rendah umumnya disebabkan oleh rendahnya keterampilan dan pengetahuan serta penggunaan alat penangkapan ikan yang masih sederhana, sehingga efektifitas dan efisiensi alat tangkap dan penggunaan faktor-faktor produksi lainnya belum optimal.

Berdasarkan penelitian Tanjung dan Suwandi (Tanjung & Suwandi, 2017), permasalahan yang ada ialah alat bantu penangkapan ikan merupakan produk impor, hal tersebut mengakibatkan perlunya biaya yang tinggi dalam pengadaannya. Penelitian yang dilakukan untuk komponen kelos, masih belum optimal, karena material yang digunakan terbuat dari besi plat SPHC (lihat Gambar 1) dengan proses pengelasan sebagai teknik perakitannya yang dapat menyebabkan karat dengan cepat, karena terkena uap air laut yang dapat mempercepat korosi. Selain itu, biaya produksi masih terbilang rendah, namun dengan resiko korosi yang tinggi dapat membuat umur kelos menjadi lebih pendek.



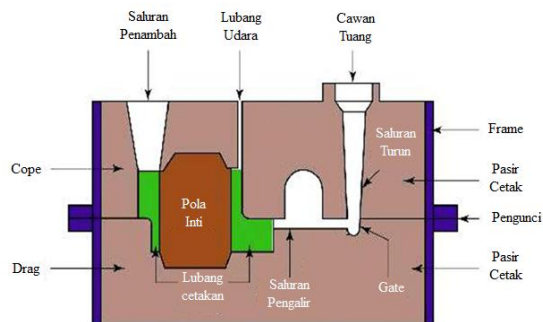
Gambar 1. Kelos Gen 1 (Tanjung & Suwandi, 2017)

Untuk dapat mengatasi hal tersebut maka dilakukan optimasi terhadap produk kelos. Tulisan ini akan membahas tentang proses manufaktur dan perhitungan estimasi biaya produksi untuk produk kelos yang merupakan bagian dari alat bantu penangkapan ikan.

a. Pengecoran Cetakan Pasir

Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan material cair baik logam maupun non logam yang dituangkan ke dalam cetakan untuk menghasilkan bentuk produk yang diinginkan. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang sesuai dengan bentuk atau desain produk yang diinginkan (Soemardi &

Agri Suwandi, 2016). Gambar 2 memperlihatkan bagian-bagian dari contoh cetakan pasir.



Gambar 2. Bagian-bagian umum dari cetakan pasir (Campbell, 2011)

Pengecoran cetakan pasir adalah proses pengecoran dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari pasir. Rongga pada cetakan dibuat sesuai dengan pola dari pasir disekitarnya. Pola sangat diperlukan dalam proses pengecoran cetakan pasir. Oleh karena itu, Langkah awal sebelum pengecoran dapat dimulai dengan merancang dan membuat pola terlebih dahulu.

Pola adalah model, tiruan benda atau komponen berukuran penuh yang akan dibuat dengan proses pengecoran. Hal pertama yang harus dilakukan pada pembuatan pola adalah mengubah gambar perencanaan menjadi gambar untuk pengecoran. Pada pembuatan pola, hal seperti menentukan *cope*, *drag*, *gating system*, pemisah, kemiringan pola, penambahan ukuran akibat penyusutan, proses pemesinan serta inti merupakan hal utama (Aryadita, 2018).

Penentuan *cope*, *drag* dan pemisah merupakan hal paling penting agar produk hasil pengecoran mendapatkan hasil yang baik. Adapun ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi untuk dapat menentukan *cope*, *drag* dan pemisah adalah sebagai berikut :

1. Pola harus mudah dilepas atau dikeluarkan dari cetakan pasir, pemisah harus satu bidang, Pada dasarnya *cope* harus dibuat lebih pendek.
2. Penempatan inti harus mudah, tempat inti dalam cetakan pasir harus ditentukan secara teliti.
3. Sistem saluran harus dibuat sempurna agar aliran logam cair pada saat

penuangan dapat mengalir secara optimum.

4. Terlalu banyak pemisah akan memakan banyak waktu dalam proses penyetakan serta menyebabkan pembuatan pola menjadi mahal (Ashar, Purwanto, & Respati, 2012).

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, penetapan pemisah sangat menentukan terhadap hasil coran yang berkualitas.

Pola mempunyai bermacam-macam bentuk pola pejal, pola pelat pasangan, pola pelat cope dan drag, pola cetakan sapuan, pola penggerak dengan penuntun, pola penggerak berputar dengan rangka cetak, pola kerangka (International, 2009).

b. Penentuan Tambahan Penyusutan

Volume coran menyusut saat proses pembekuan dan pendinginan. Penyusutan ini sering tidak isotropis, sesuai dengan: bahan coran, bentuk, tempat, tebalnya coran, atau ukuran dan kekuatan inti. Penambahan ukuran pola dilakukan untuk mengantisipasi hal ini. Pada pembuatan pola diperlukan yang telah diperpanjang sesuai tambahan penyusutan pada ukuran pola. Persyaratan yang terkait penambahan penyusutan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tambahan penyusutan yang disarankan (Surdia & Sinkoru, 2000)

Tambahan penyusutan	Spesifikasi produk
8/1000	Besi cor, baja cor tipis
9/1000	Besi cor, baja cor sangat tipis (tebal 1 – 3 mm)
10/1000	Sama dengan atas dan aluminium
12/1000	Paduan aluminium, brons, baja cor (tebal 5 – 7 mm)
14/1000	Kuningan kekuatan tinggi, baja cor
16/1000	Baja cor (tebal lebih dari 10mm)
20/1000	Coran baja yang besar Coran baja tebal dan
25/1000	besar

c. Penambahan Ukuran Pola Untuk Pengerjaan Mesin

Pada beberapa bagian coran terkadang mensyaratkan penyelesaian dengan pemesinan. Beberapa bagian permukaan coran mungkin saja disyaratkan memiliki kekasaran permukaan tertentu sehingga memerlukan proses penyelesaian mesin (Tanjung & Suwandi, 2017). Pada bagian yang memerlukan penyelesaian mesin tersebut, ukuran pola perlu ditambah. Penambahan ukuran pada bagian tersebut berbeda menurut bahan, ukuran dan arah *cope* dan *drag* serta keadaan pengerjaan mekanis.

d. Kemiringan Pola

Permukaan-permukaan yang tegak dimiringkan mulai dari permukaan pisah, hal ini dimaksudkan agar memudahkan pola diangkat dari cetakan pasir dan juga tidak merusak hasil cetakan yang sudah terbentuk. Besarnya nilai kemiringan pola tergantung pada bahan pola yang akan digunakan. Pola logam membutuhkan kemiringan 1/200, sedangkan pola kayu dan plastik membutuhkan kemiringan 1/100 (International, 2009).

e. Tambahan Pelenturan

Penyusutan coran pada waktu pembekuan dan pendinginan, kadang-kadang bukan saja mengecilkan keseluruhan, tapi juga mengakibatkan pelenturan yang tergantung pada bentuk corannya (Palagan, 2015). Untuk menghindari pelenturan pada coran, maka dengan sengaja pola dilenturkan dengan membuat petunjuk dalam rencana pembuatan pola, agar disimpangkan ke arah yang berlawanan. Seperti: menempatkan rusuk-rusuk atau penambahan tebal sesuai dengan besar pelenturan yang diharapkan.

f. Inti (Core)

Inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang atau diletakkan pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam cair yang seharusnya berbentuk lubang atau rongga dalam suatu produk cor. Inti terdiri dari berbagai jenis, yaitu inti kulit, inti CO₂, inti udara dan sebagainya. Pengklasifikasian di atas ditentukan berdasarkan pengikat atau jenis proses pembuatan inti, disamping pasir dan pengikat tanah lempung (Aryadita, 2018).

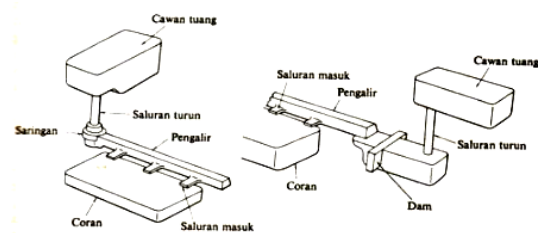
Inti biasanya mempunyai telapak inti. Penentuan bentuk dan ukuran telapak inti harus

direncanakan dengan teliti untuk penyerderhanaan bentuk inti, dan agar didapatkan hasil coran yang baik. Telapak inti digunakan untuk maksud-maksud sebagai berikut :

1. Menempatkan inti, membawa dan menentukan letak inti.
2. Menyalurkan udara dan gas-gas dari cetakan yang keluar melalui inti.
3. Memegang inti, Ketika cetakan sudah terisi penuh oleh cairan logam. maka telapak inti mencegah bergesernya inti dan memegang inti terhadap daya apung dari logam

g. Sistem Saluran

Sistem saluran atau *gating system* adalah jalan masuk bagi cairan logam yang ditungkan ke dalam rongga cetakan (International, 2009).



Gambar 3. Bagian-bagian sistem saluran (Campbell, 2011)

Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3, sistem saluran terdiri dari:

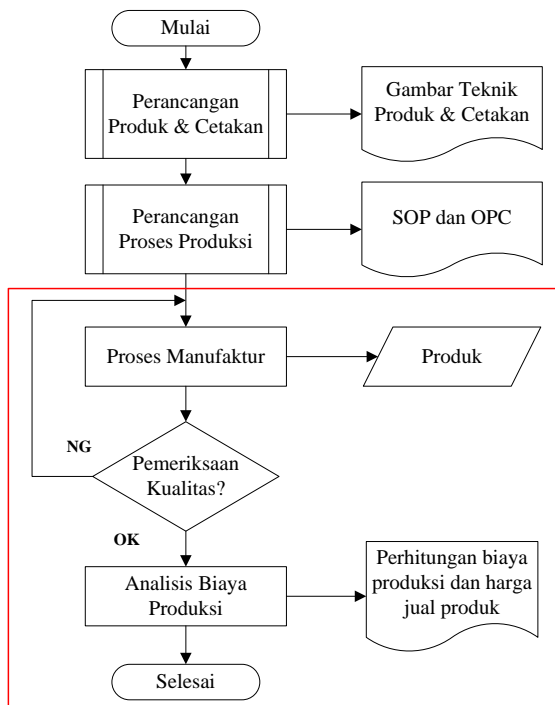
1. Cawan Tuang (*Basin*). Cawan tuang merupakan penerima yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Biasanya berbentuk corong atau cawan dengan saluran turun dibawahnya. Kedalaman cawan tuang berpengaruh terhadap hasil coran, maka dari itu ukuran cawan tuang harus diperhatikan.
2. Saluran Turun (*Sprue*). Saluran pertama yang membawa logam cair dari cawan tuang ke dalam pengalir dan saluran masuk, dibuat tegak lurus dengan irisan berupa lingkaran dan ada pula yang berbentuk runcing.
3. Pengalir (*Runner*). Pengalir yaitu saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian-bagian yang cocok pada cetakan, pengalir biasa

berbentuk trapesium atau setengah lingkaran.

4. Saluran Masuk (*Ingate*). Saluran masuk yaitu saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir ke dalam cetakan. Saluran masuk dibuat dengan irisan yang lebih kecil dari pengalir supaya mencegah kotoran masuk ke dalam rongga cetakan.
5. Saluran Penambah (*Riser*). Penambah memberi logam cair untuk mengimbangi penyusutan dalam pembekuan coran.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan, merupakan bagian dari peta jalan penelitian pengembangan alat bantu penangkapan ikan. Seperti pada Gambar 4, tahapan penelitian dimulai dari perancangan produk hingga analisis biaya produksi. Tahapan yang digunakan dalam tulisan ini ada pada bagian dalam kotak besar, yaitu; proses manufaktur, pemeriksaan kualitas serta analisis biaya produksi. Metode yang digunakan berdasarkan metode DFM (*Design for Manufacturing*) yang dikembangkan oleh Boothroyd dkk (Boothroyd, Dewhurst, & Knight, 2011)



Gambar 4. Metode penelitian

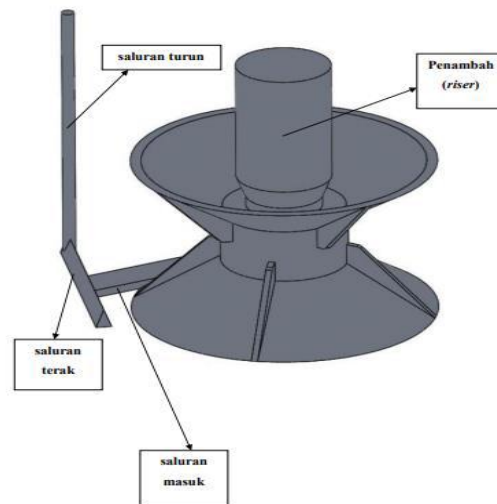
Tahapan perancangan produk dan perancangan proses produksi telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Hasil dari penelitian tersebut adalah gambar teknik produk lengkap dengan gambar sistem saluran masuk (*gating system*), *Standard Operational Procedur* (SOP) serta *Operation Process Chart* (OPC). Proses manufaktur yang dilakukan dalam penelitian ini, menggunakan DFM sebagai metode manufakturnya dan teknologi pengecoran (*casting*) dengan cetakan pasir (*sand casting*) untuk pembuatan produk kelos. Sedangkan pemeriksaan kualitas dengan metode visualisasi cacat terhadap produk.

Perhitungan perkiraan biaya produksi dihitung berdasarkan biaya pengeluaran yang meliputi, bahan habis pakai, peralatan, listrik, pengeluaran tak terduga, upah hingga laba. Hasil dari analisis biaya produksi yang dilakukan akan menghasilkan estimasi atau perkiraan harga jual dari satu buah produk yang dalam hal ini adalah produk kelos.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter pengecoran dan pemesinan

Sebelum melakukan proses pengecoran, ada beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu perhitungan dan analisis simulasi pengecoran. Hal ini dilakukan untuk menghemat waktu, biaya dan memperoleh produk yang minim cacat (Herbandono, 2011).



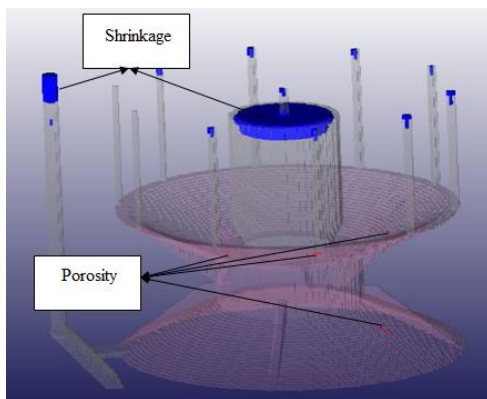
Gambar 5. Rancangan kelos dan *gating system*

Gambar 5. memperlihatkan rancangan kelos dan *gating system* yang telah dibuat dan

dianalisis dengan simulasi pengecoran terlebih dahulu. Berdasarkan hasil analisis diperoleh yaitu:

1. Parameter dimensi awal produk kelos yang telah diketahui berdasarkan desain awal. Ditambahkan nilai penyusutan untuk logam aluminium sebesar 1.2% dan menentukan nilai untuk pemesinan, yang sudah diketahui sebesar 2 mm disetiap sisi produk kelos.
2. Parameter pengecoran, yaitu: waktu penuangan cairan logam = 7,981 s; temperatur *tapping* = $\pm 705^{\circ}\text{C}$, serta temperatur *purring* = $\pm 650^{\circ}\text{C}$
3. Daerah cacat kritis tidak berada pada bagian produk. Hanya ada sedikit cacat porositas pada bagian inti produk (lihat Gambar 6).

Selain proses pengecoran, produk kelos menggunakan proses pemesinan, yaitu *drilling* dan *grinding*. Proses *drilling* dilakukan untuk membuat lubang poros pada kelos, sedangkan proses *grinding* untuk tahap penyelesaian (*finishing*). Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan untuk proses *drilling* adalah: kecepatan makan mata bor = $\pm 23,87$ mm/menit, jarak turun mata bor = 7,279 mm serta waktu pengeboran = $\pm 5,332$ menit dengan kecepatan penghasil geram pada proses ini adalah = 29.980,72 mm³/menit.



Gambar 6. Simulasi cacat pengecoran

Proses Manufaktur

Hasil dari metode DFM adalah SOP dan OPC yang berfungsi sebagai acuan alam proses manufaktur yang dilakukan (Libyawati, Suwandi, & Agustian, 2017). Proses manufaktur yang dilakukan mengikuti acuan

dari SOP dan OPC yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya. Berikut hasil dari tahapan manufaktur produk kelos:

1. Pembuatan Pola

Pada proses pengecoran produk kelos ini, jenis pola (*pattern*) yang direkomendasikan adalah pola belahan. Pola ini dipilih karena lebih mudah dalam pelepasan hasil produk coran nantinya akibat adanya bagian *cope* dan *drag*. Dari sisi biaya produksi, pola seperti ini lebih mudah dibuat dan murah.



Gambar 7. Pembuatan Pola

Untuk bagian tengah kelos yang mempunyai bentuk silinder dibuat dari bahan kayu lapis. Dibentuk menggunakan mesin gergaji dan dihaluskan dengan mesin gerinda kayu. Pada bagian sirip dan mangkuk kelos dibuat dari bahan dempul duco karena pada bagian ini membutuhkan ukuran dan bentuk yang presisi (lihat Gambar 7). Gambar 8 memperlihatkan hasil satu sisi pattern kelos yang memiliki sirip untuk membantu penggulungan jaring.



Gambar 8. Pola produk kelos

2. Pembuatan Pasir Cetak dan Sistem Saluran

Pada tahap ini, pemilihan jenis pasir untuk cetakan melibatkan beberapa faktor utama seperti bentuk dan ukuran pasir. Dalam pembuatan pasir cetak ini digunakan bahan baku pasir, yaitu pasir silika yang

dicampur dengan perekat *water glass* dan disemprot dengan CO_2 sebagai bahan pengeras. Pada tahap ini setiap sistem saluran dipasang pada bagian yang sudah dibuat sebelumnya (lihat Gambar 9).



Gambar 9. Pembuatan cetakan pasir

Selanjutnya cetakan pasir yang sudah selesai dibuat dilapisi dengan campuran cairan methanol dan cat envoy. Pada proses *coating* cetakan pasir ini bertujuan untuk mendapatkan permukaan yang lebih halus dan setelah itu cetakan dibakar agar cetakan lebih keras dan tidak larut waktu proses penuangan cairan logam (lihat Gambar 10).



Gambar 10. Proses *coating* cetakan pasir

Pada pengecoran cetakan pasir produk kelos ini menggunakan rangka cetak sebanyak 3 lapis *cope* dan 2 lapis *drag* bagian *cope* menggunakan lebih banyak bagian *cope* menggunakan lebih banyak bagian *flask* rangka cetak dikarenakan pada bagian atas terdapat penambah (*riser*) yang membutuhkan banyak ruang (lihat Gambar 11).



Gambar 11. Cetakan pasir kelos

3. Proses Penuangan Cairan

Proses peleburan bahan baku material aluminium untuk produk kelos ini menggunakan tanur listrik dengan kapasitas 1 ton dan suhu untuk peleburan material aluminium seperti yang sudah didapat dari simulasi pengecoran sebesar $950\text{ }^{\circ}\text{C}$. Seperti ditunjukkan pada Gambar 12, proses penuangan cairan aluminium adalah proses yang penting dimana cairan aluminium mengalir dari ladle kecawan tuang.



Gambar 12. Penuangan cairan aluminium

4. Proses Pembongkaran Cetakan

Proses pembongkaran ini bertujuan untuk memisahkan benda cor, pasir cetak dan rangka cetak (lihat Gambar 13). Pembongkaran ini akan menghasilkan benda cor yang masih lengkap dengan sistem saluran dan bekas pasir cetak yang masih menempel pada benda cor untuk selanjutnya dilakukan pembersihan dari sisa-sisa pasir yang menempel pada hasil coran.



Gambar 13. Hasil coran kelos yang terbentuk

5. Proses Pemesinan dan *Finishing*

Proses pemotongan bagian yang tidak terpakai bertujuan untuk memisahkan antara benda coran dengan sistem saluran dan bagian penambah (*riser*) (lihat Gambar 14. a). Selanjutnya adalah proses permesinan dengan mesin bubut untuk membuat lubang poros pada kelos (lihat Gambar 14. b). Adapun ukuran diameter lubang 40 mm dan panjang lubang 120 mm atau tembus pada kedua sisi kelos. Tahap akhir adalah proses akhir atau *finishing* yang bertujuan untuk menghaluskan permukaan produk coran dari sisa-sisa material coran yang masih menempel pada produk cor (lihat gambar 14.c).



(a). Pemotongan bagian tak terpakai



(b). Proses *drilling*



(c). Proses *grinding*

Gambar 14. Proses pemesinan dan *finishing*

6. Proses Pemeriksaan Kualitas Produk

Proses pemeriksaan dilakukan dengan metode visual, yaitu dengan memeriksa dan melihat hasil produk cor, apakah terdapat cacat pada setiap bagian produk. Berdasarkan hasil pemeriksaan terdapat 2 jenis cacat yang terjadi pada 2 area bagian produk, yaitu:

- Terdapat cacat porositas pada bagian bagian sirip. Cacat porositas ini disebabkan oleh longsornya cetakan pasir pada saat penuangan cair aluminium kedalam cetakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. (a).
- Terdapat juga cacat inklusi yang terdapat pada permukaan kelos, cacat terjadi karena ada sambungan pada *cope* dan *drag* yang kurang rapat, sehingga ada cairan aluminium yang masuk melalui rongga tersebut (lihat Gambar 15. b).



(a). Cacat porositas



(b). Cacat inklusi

Gambar 15. Cacat produk kelos

Berdasarkan proses manufaktur yang dilakukan, pada produk yang dihasilkan masih terdapat cacat pada produknya. Cacat yang dihasilkan berada pada bagian yang penting seperti yang diperlihatkan pada Gambar 15., maka perlu dilakukan: (1) pengecekan pada campuran komposisi pasir cetak untuk menghindari cacat porositas; (2) perbaikan desain *frame cope* dan *drag* serta prosedur pembuatan cetakan pasir untuk menghindari cacat inklusi.

Perhitungan Estimasi Biaya Produksi

Untuk dapat menentukan perkiraan harga jual dari produk kelos, maka diperlukan analisis perhitungan biaya produksi produk tersebut, yang terdiri dari biaya material, biaya proses produksi serta laba. Harga bahan baku material produk kelos berdasarkan kebutuhan material yang disajikan dalam Tabel 1. Sedangkan Tabel 2 memperlihatkan perhitungan biaya kebutuhan material atau bahan baku. Perkiraan biaya produksi dapat ditentukan dengan perhitungan yang mencakup perkiraan biaya tenaga kerja langsung yang disajikan pada Tabel 3. Sedangkan perencanaan laba produksi dapat dihitung dengan asumsi laba 10 % dari biaya keseluruhan yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1. Harga bahan baku

No	Material	Harga Satuan (Rp)
1	Kayu Balsa (4' x 8')	196.000
2	Pasir silika (1 bag = 25 kg)	150.000
3	Resin (1 kg)	75.000
4	Water glass (1 liter)	30.000
5	Dempul (1 kg)	70.000
6	Methanol (1 kg)	65.000
7	Aluminium (1 kg)	160.000
8	Campuran Penguat (1 kg)	90.000
9	Mata Gerinda Potong (1 pcs)	15.000
10	Mata Gerinda Kasar (1 pcs)	20.000
11	Mata Gerinda Halus (1 pcs)	15.000
12	Tungku Peleburan (per jam)	325.000
13	Mesin Bubut (per jam)	125.000
14	Mesin Grinding (per jam)	5.000

Tabel 2. Biaya bahan baku untuk 1 unit class

No	Material	Kebutuhan	Biaya (Rp)
1	Kayu Balsa (4' x 8')	0.5 lbr	98.000
2	Pasir silika (1 bag = 25 kg)	4 bag	600.000
3	Resin (1 kg)	10 kg	750.000
4	Water glass (1 liter)	5 liter	150.000
5	Dempul (1 kg)	3 kg	210.000
6	Methanol (1 kg)	1 kg	65.000
7	Aluminium (1 kg)	20 kg	3.200.000
8	Campuran Penguat (1 kg)	3 kg	2.700.000
9	Mata Gerinda Potong (1 pcs)	2 pcs	30.000
10	Mata Gerinda Kasar (1 pcs)	2 pcs	40.000
11	Mata Gerinda Halus (1 pcs)	2 pcs	30.000
12	Tungku Peleburan (per jam)	3 jam	975.000
13	Mesin Bubut (per jam)	1 jam	125.000
14	Mesin Grinding (per jam)	3 jam	15.000
TOTAL			8.988.000

Tabel 3. Biaya produksi untuk 1 unit kelos

No	Komponen	Biaya Tenaga Kerja Langsung (Rp)	Jumlah Tenaga Kerja	Biaya Overhead Pabrik (TKL x 25 %) (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Desain	10.000	1	2.500	12.500
2	Pola	15.000	2	3.750	37.500
3	Cetakan	15.000	3	3.750	56.250
4	Peleburan	10.000	2	2.500	25.000
5	Casting	15.000	5	3.750	93.750
6	Drilling	15.000	1	3.750	18.750
7	Finishing	15.000	1	3.750	18.750
TOTAL					262.500

Tabel 4. Perkiraan harga total produksi produk kelos

No	Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
1	Biaya bahan baku	8.988.000
2	Biaya produksi	262.500
3	Laba yang dihendaki 10 % dari biaya bahan baku + biaya produksi	925.050
TOTAL		10.175.550

Berdasarkan Tabel 4, maka perkiraan harga total produksi produk kelos yaitu: ± Rp. 10.175.550 per unit (*sepuluh juta seratus tujuh puluh lima ribu lima ratus lima puluh rupiah*). Dalam proses pengecoran dengan cetakan pasir, ada bahan baku yang dapat digunakan kembali, yaitu: pasir cetak (90% kembali digunakan) dan sisa material produk (20% kembali digunakan). Sedangkan untuk peralatan cetak kayu sebagai cetakan atau *pattern* dapat digunakan kembali. Berdasarkan hal tersebut, maka biaya bahan baku untuk pasir cetak dihitung hanya 10%, bahan aluminium dan penguat dihitung hanya 70% serta bahan cetakan dihitung hanya 1% sehingga perkiraan harga total produksi produk kelos menjadi ± Rp. 7.537.530 per unit (*tujuh juta lima ratus tiga puluh tujuh ribu lima ratus tiga puluh rupiah*). Sebagai informasi tambahan bahwa 1 unit produk kelos dalam 1 hari dapat dihasilkan 3 sampai 4 unit siap pakai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terdapat dua hal yang perlu diperhatikan untuk menghindari cacat kualitas pada produk cor, yaitu: (1). Pembuatan cetakan pasir yang benar dan tepat, dengan memadatkan pasir lebih padat lagi serta penambahan water glass untuk komposisi campuran pasir cetak yang optimal untuk

menghindari cacat porositas; (2). Pengunci yang erat dan tepat pada setiap *frame* cetakan untuk menghindari cacat inklusi.

Perkiraan harga biaya produksi untuk 1 unit produk kelos berdasarkan hasil analisis biaya yaitu ± Rp. 7.537.530 (*tujuh juta lima ratus tiga puluh tujuh ribu lima ratus tiga puluh rupiah*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada KEMENRISTEKDIKTI sebagai pemberi dana penelitian dalam skema hibah “Penelitian Unggulan Terapan Perguruan Tinggi” nomor kontrak 107/SP2H/LT/DRPM/IV/2018 serta LPPM Universitas Pancasila sebagai pemberi tugas pelaksanaan penelitian dengan nomor kontrak 2104/LPPM/UP/III/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryadita, L. 2018. *Pengaruh Perbedaan Diameter Saluran Turun Pada Cetakan Pasir (14 mm, 18 mm dan 22 mm) Pada Pembuatan Produk Cor Sepatu Rem Tromol Dengan Bahan Aluminium*. Surakarta: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- Ashar, L., Purwanto, H., & Respati, S. 2012. Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis Dan Kekerasan

- Produk Puli Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang. *Momentum*, 48-55.
- Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. 2011. *Product Design for Manufacture and Assembly*. Florida: CRC Press.
- BSN. 2008. *Istilah dan definisi - Bagian 13: Alat bantu penangkapan ikan (SNI 7277.13:2008)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Cahyadi, R., & Suwandi, A. 2017. Perancangan Alat Bantu Penangkap Ikan (Fishing Deck Machinery) untuk Peningkatan Produktifitas Nelayan. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (pp. 1-9). Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Campbell, J. 2011. *Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design*. Waltham, USA: Elsevier Ltd.
- Herbandono, K. 2011. *Perancangan dan Simulasi Pengecoran pada Pembuatan Casing Turbinirect Condensing 3,5 MW*. Depok: Fakultas Teknik Departemen Teknik Metalurgi dan Material.
- International, A. 2009. *Casting Design and Performance*. Ohio, USA: ASM International.
- Lasabuda, R. 2013. Pembangunan Wilayah Pesisir Dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 92-101.
- Libyawati, W., Suwandi, A., & Agustian, H. 2017. Rancang Bangun Teknologi Modified Atmosphere Storage (Mas) Dengan Kapasitas 4,77 m³. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 103-116.
- Palagan, F. F. 2015. Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Logam Al-Si Dengan Penggunaan 15% Lumpur Porong, Sidoarjo Sebagai Pengikat Pasir Cetak Terhadap Cacat Cor Fluiditas Dan Kekerasan Cor. *Jurnal Teknik Mesin*, 1-11.
- Pudjiastuti, S. 2015. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 45/Permen-KP/2015: Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2015-2019. *Kementerian Kelautan dan Perikanan*.
- Retnowati, E. 2011. Nelayan Indonesia Dalam Pusaran Kemiskinan Struktural (Perspektif Sosial, Ekonomi Dan Hukum). *PERSPEKTIF*, 149-159.
- Soemardi, T. P., & Agri Suwandi, G. K. 2016. The Effect of Temperature Increase, Holding Time and Number of Layers on Ceramic Shells Using The Investment Casting Process. *International Journal of Technology*, 7(6), 1035-1044.
- Surdia, T., & Sinkoru, S. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tanjung, A. S., & Suwandi, A. 2017. Manufaktur Alat Bantu Penangkapan Ikan (Fishing Deck Machinery) Produksi Dalam Negeri. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (pp. 1-6). Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

