

**PENGARUH VARIASI MEDIA CETAKAN PASIR, CETAKAN LOGAM
DAN PASIR RCS (*RESIN COATED SAND*) TERHADAP HASIL CORAN
PRODUK *TAP HANDLE* DARI BAHAN PERUNGGU (*BRONZE*)**



Disusun sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Disusun oleh :

BOBBY CHRISTIAN PUTRA UTAMA

D 200 130 175

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI MEDIA CETAKAN PASIR, CETAKAN LOGAM
DAN PASIR RCS (*RESIN COATED SAND*) TERHADAP HASIL CORAN
PRODUK *TAP HANDLE* DARI BAHAN PERUNGGU (*BRONZE*)**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

BOBBY CHRISTIAN PUTRA UTAMA

NIM : D 200 130 175

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Patna Partono, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI MEDIA CETAKAN PASIR, CETAKAN LOGAM
DAN PASIR RCS (RESIN COATED SAND) TERHADAP HASIL CORAN
PRODUK TAP HANDLE DARI BAHAN PERUNGGU (BRONZE)**

OLEH :

BOBBY CHRISTIAN PUTRA UTAMA

NIM : D 200 130 175

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik


Universitas Muhammadiyah Surakarta

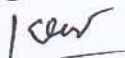
Pada hari Sabtu, 28 Oktober 2017

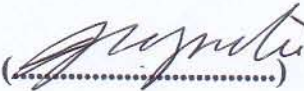
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Patna Partono, ST, MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Masyrukan, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Bibit Sugito, MT.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....

.....)

(.....

.....)

(.....

.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan bertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 Oktober 2017

Penulis



BOBBY CHRISTIAN PUTRA UTAMA

NIM : D 200 130 175

PENGARUH VARIASI MEDIA CETAKAN PASIR, CETAKAN LOGAM DAN PASIR RCS (*RESIN COATED SAND*) TERHADAP HASIL CORAN PRODUK TAP HANDLE DARI BAHAN PERUNGGU (*BRONZE*)

Abstrak

Penggunaan material cetakan dalam produk cor mempunyai sifat dan karakter sendiri. Sifat-sifat ini sangat berpengaruh terhadap kualitas produk cor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi cetakan terhadap kualitas cor, cacat cor dan nilai kekerasan.

Penelitian ini menggunakan *bronze* bekas atau Rosok, yang dilebur didalam dapur krusible, variasi cetakan yang digunakan 3 jenis yaitu: cetakan pasir basah, cetakan logam dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*). Untuk mengetahui cacat penyusutan membandingkan dimensi benda asli dengan hasil spesimen masing-masing spesimen, Porositas dapat dilihat dengan mencari nilai perhitungan *true density* berpedoman kepada standart ASTM E-252, pengujian kekerasan menggunakan pengujian brinell dengan standar ASTM E-10, pengujian struktur mikro dilakukan dengan standar ASTM E-3 dan pengujian komposisi kimia dilakukan dengan standar ASTM E-1251.

Nilai persentase penyusutan untuk variasi cetakan pasir basah sebesar 0,66%, cetakan logam sebesar 0,92% dan untuk cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) sebesar 0,66 %. Perbedaan penyusutan terjadi karena konduktivitas masing-masing cetakan dalam menyerap panas berbeda, sehingga semakin tinggi konduktivitas membuat pembekuan logam cepat dan berpengaruh juga pada besar butir yang dilihat pada struktur mikro. Pada porositas diperoleh dari *true density*, cetakan pasir basah $\rho = 8,869$, cetakan logam $\rho = 8,481$, dan RCS (*Resin Coated Sand*) $\rho = 8,768$ semakin tinggi nilai *true density* maka material tersebut padat. Kepadatan material berhubungan dengan kekerasan yang juga semakin tinggi diperoleh pada pengujian *brinell* cetakan pasir basah sebesar 75,576 BHN , cetakan logam sebesar 86,038 BHN dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) 70,436 BHN. Komposisi kimia *bronze* ditemukan (Cu) 76,00%, (Pb) 16,20%, (Sn) 5,73%, (Zn) 1,40%, (Ni) 0,496%, (Cd) 0,0731% dan unsur lainnya.

Kata Kunci : Perunggu, cetakan, kekerasan, struktur mikro, komposisi kimia.

Abstrack

The use of printed material in the cast product has the nature and character of its own. These properties greatly affect the quality of the cast product. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the mold of the quality of the cast, cast defects and hardness.

This study uses aluminum scrap, which is melted in the kitchen krusible, a variation of the mold used three types: wet sand molds, metal molds and mold RCS (Resin Coated Sand). To determine the shrinkage defects comparing dimensional objects with the original specimen results of each specimen, Porosity can be seen by looking for true density values calculated by referring to the

standard ASTM E-252, testing Brinell hardness testing using the ASTM E10 standard, micro structure testing done with standard ASTM E3 and chemical composition testing performed by the ASTM E1251 standard.

The percentage value of depreciation for the wet sand molds variation of 0,66%, 0,92% metal mold and to mold RCS (Resin Coated Sand) by 0,66%. The difference in shrinkage occurs because the conductivity of each mold to absorbing heat is different, so the higher conductivity makes the metal solidification fast and also affects a large grain size that is seen on the microstructure. At the porosity is obtained from the true density, wet sand mold $\rho = 8,869$, metal molds $\rho = 8,481$, and RCS (Resin Coated Sand) $\rho = 8,768$ the higher the true density value the material is solid. The density of the material associated with violence is also higher Brinell testing of prints obtained on wet sand at 75,576 BHN, amounting to 86,038 BHN metal mold and mold RCS (Resin Coated Sand) 70,436 BHN. The chemical composition of the bronze is found (Cu) 76,00%, (Pb) 16,20%, (Sn) 5,73%, (Zn) 1,40%, (Ni) 0,496%, (Cd) 0,0731% and other.

Keywords: *Bronze, mold, hardness, micro structure, chemical composition.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era modernisasi yang terjadi saat ini menuntut manusia untuk melakukan rekayasa guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks, tak terkecuali dalam hal teknologi yang berperan penting akan berkelangsungan hidup manusia seperti dalam hak rekayasa dan proses perlakuan pada logam yang mempunyai pengaruh fatal karena merupakan elemen dasar untuk membuat suatu konstruksi.

Proses perlakuan ini dapat diartikan sebagai suatu metode untuk membuat suatu material menjadi suatu produk yang siap pakai yang didukung data-data empiris. Metode tersebut dapat dijabarkan dari proses pembuatan material (pengecoran) kemudian dilanjutkan dengan serangkaian uji material atau produk yang sudah dibuat.

Bronze adalah istilah asing namun sudah umum digunakan. Definisi menurut kamus KBBI, pengertian, maksud dan arti kata *bronze* adalah perunggu.

Bronze adalah paduan tembaga dengan timah, yang dalam proporsi tertentu kadang-kadang ditambah logam lainnya, seperti aluminium, silikon, fosfor atau mangan terutama seng. *Bronze* dibuat dengan melebur tembaga dan timah bersama-sama. Penambahan elemen seperti mangan, timah, dan fosfor ditambahkan untuk membuat perunggu dengan sifat tertentu. Misalnya, fosfor ditambahkan untuk mengeraskan perunggu untuk digunakan dalam tabung dan berbagai bagian mesin, sementara timbal (*lead*) ditambahkan untuk membuat perunggu lebih mudah untuk di cetak (*casting*). Istilah perunggu (*bronze*) sering bingung dengan kuningan (*brass*), paduan tembaga dan seng, Tetapi dua paduan ini memiliki sifat yang berbeda dan digunakan untuk hal-hal yang berbeda. Selain itu, *bronze* jauh lebih keras daripada kuningan. *Bronze* memiliki beberapa sifat yang membuatnya berguna dalam aplikasi industri. Yang pertama adalah bahwa logam bronze minim gesekan, sehingga sangat berguna untuk bagian-bagian mesin dan aplikasi lain yang melibatkan kontak logam dengan logam, seperti roda gigi. *Bronze* juga *non-sparking*, sehingga sering digunakan untuk membuat alat untuk digunakan dalam lingkungan yang mudah terbakar. Resonansi perunggu juga membuatnya ideal untuk digunakan dalam lonceng *casting*. Salah satu sifat yang lebih unik dari perunggu adalah patina alami yang terbentuk padanya, membuat perunggu berwarna gelap, kusam. Patina ini secara aktif mendorong dengan sebagian perunggu, karena memberikan lapisan pelindung, mencegah oksidasi bawah permukaan perunggu. Sebelum dikirim, kebanyakan perunggu dilapisi dengan lapisan tipis pernis untuk melindungi logam dan patina, membuat logam yang sangat mudah untuk perawatan.

Penggunaan *bronze* dalam material bidang teknik saat ini semakin meningkat. Material *bronze* ini dipergunakan dalam bidang yang sangat luas bukan hanya untuk peralatan rumah tangga, namun dipakai juga untuk keperluan material pesawat terbang, otomotif, kapal laut dan sebagainya. Kadang-kadang produk yang akan diharapkan memiliki bentuk yang sulit dan rumit untuk dibentuk melalui proses permesinan, sehingga harus dibentuk

melalui proses pengecoran. Contoh produk yang dihasilkan dari proses pengecoran dengan material *bronze* adalah *Bushing*, Bos klep (*Valve Guide*), bantalan (*Bearing*), roda gigi, *Worming Gear Rims*.

Pengecoran merupakan proses pembentukan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang ke dalam cetakan dan dibiarkan sampai membeku. Bahan yang dipakai dalam cetakan sangat bervariasi, beberapa contoh diantaranya dibuat dari bahan logam, pasir, semen, kulit, keramik, dan sebagainya. Masing-masing bahan cetakan ini akan memberikan pengaruh terhadap kualitas hasil produk coran logam cair. Kualitas ini terutama mengenai sifat mekanis dan cacat yang terbentuk selama proses penuangan hingga menjadi membeku.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu penelitian mengenai pengaruh variasi cetakan RCS (*Resin Coated Sand*), cetakan logam, cetakan pasir basah, terhadap hasil produk coran *bronze* dengan metode pengecoran gravitasi (*gravity casting*) pada hasil coran *bronze* sehingga mengetahui sifat fisis dan mekanisnya. Untuk membuat coran halus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang dan membersihkan coran. Untuk cetakan biasanya dibuat dengan memadatkan pasir. Pasir yang dipakai kadang-kadang pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan pasir mudah dibuat dan tidak mahal asal menggunakan pasir yang cocok. Selain menggunakan cetakan pasir juga dipakai cetakan yang dibuat dengan menggunakan cetakan logam, pada cetakan logam, logam yang dipakai titik leburnya harus lebih tinggi dari logam yang dicairkan.

Ada pula salah satu media cetakan yaitu menggunakan pasir RCS (*Resin Coated Sand*) yang sering dipergunakan dalam pengecoran karena cara penggunaannya yang tidak ribet dan menghasilkan hasil permukaan coran halus tapi tidak sebaik cetakan logam. Pasir ini merupakan pasir yang berpengikat resin phenol dengan resin resol/ novolak.

Dari uraian di atas perlu kiranya diadakan penelitian dan membandingkan variasi antara lain cetakan pasir, cetakan logam dan cetakan

pasir RCS (*Resin Coated Sand*) pada hasil coran bronze sehingga mengetahui sifat fisis dan mekanisnya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian, yaitu :

1. Bagaimana komposisi kimia yang terkandung dalam pada produk cor bronze.
2. Bagaimana pengaruh variasi media cetakan RCS (*Resin Coated Sand*), cetakan pasir basah dan cetakan logam terhadap kekasaran permukaan, keutuhan produk, terjadinya cacat penyusutan, cacat porositas produk cor *bronze*.
3. Bagaimana pengaruh variasi media cetakan RCS (*Resin Coated Sand*), cetakan pasir basah dan cetakan logam terhadap distribusi kekerasan produk cor *bronze*.
4. Bagaimana pengaruh variasi media cetakan RCS (*Resin Coated Sand*), cetakan pasir basah dan cetakan logam terhadap distribusi struktur mikro produk cor *bronze*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengurangi kompleksitas permasalahan serta menentukan arah penelitian yang lebih baik maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah *bronze* (Cu) bekas (rosok) sparepart yang sudah tidak dipakai dan *bronze* yang gagal atau cacat produk.
2. Kecepatan penuangan logam cair dianggap seragam.
3. Rancang bangun pola cetakan logam *Tap Handle* dengan proses permesinan
4. Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir, cetakan logam dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*).
5. Saluran turun (*Sprue*) berada diatas pola berbentuk tabung dianggap seragam.
6. Uji Komposisi Kimia menggunakan alat uji Emmision Spektrometer.

7. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan Brinell (ASTM E-10)
8. Pengujian struktur mikro hasil coran (ASTM E-3)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada bahan *bronze* hasil remelting ini adalah untuk :

1. Mengetahui komposisi kimia pada produk cor *bronze*.
2. Mengetahui pengaruh variasi media cetakan pasir, cetakan logam dan cetakan pasir RCS (*Resin Coated Sand*) terhadap cacat penyusutan, cacat porositas produk cor *bronze*.
3. Mengetahui pengaruh variasi media cetakan pasir, cetakan logam dan cetakan pasir RCS (*Resin Coated Sand*) terhadap distribusi kekerasan produk.
4. Mengetahui pengaruh variasi media cetakan RCS (*Resin Coated Sand*), cetakan pasir basah dan cetakan logam terhadap distribusi struktur mikro produk cor *bronze*.

1.5 Tinjauan Pustaka

Campbell (2005) mengatakan survei menunjukkan bahwa kekerasan dan porositas produk cor yang menggunakan cetakan pasir dan cetakan logam bervariasi. Porositas ini terjadi karena pengaruh proses penuangan dan jenis cetakan yang digunakan. Porositas ini berasal dari gelembung-gelembung gas yang larut dan terperangkap selama proses pencairan dan penuangan. Bagian permukaan aluminium cair akan mereduksi uap air yang terdapat dalam atmosfer.

Indiyanto (2003) Tembaga yang masih murni sukar dikerjakan dengan alat pemotong tapi mudah sekali diubah bentuk dalam keadaan dingin dengan ditempa, digiling atau diregangkan. Melalui pengerjaan dingin kekuatan tembaga murni akan meningkat kekuatannya sampai 450N/mm^2 .

Setyawan (2006) Tembaga (Cu) merupakan logam non ferro yang banyak digunakan sebagai paduan. Paduan tembaga ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas tembaga dan untuk keperluan konstruksi mesin-mesin

dan transmisi building industri dengan memakai standard dari *The American Institute of Metals* (AIM) di USA

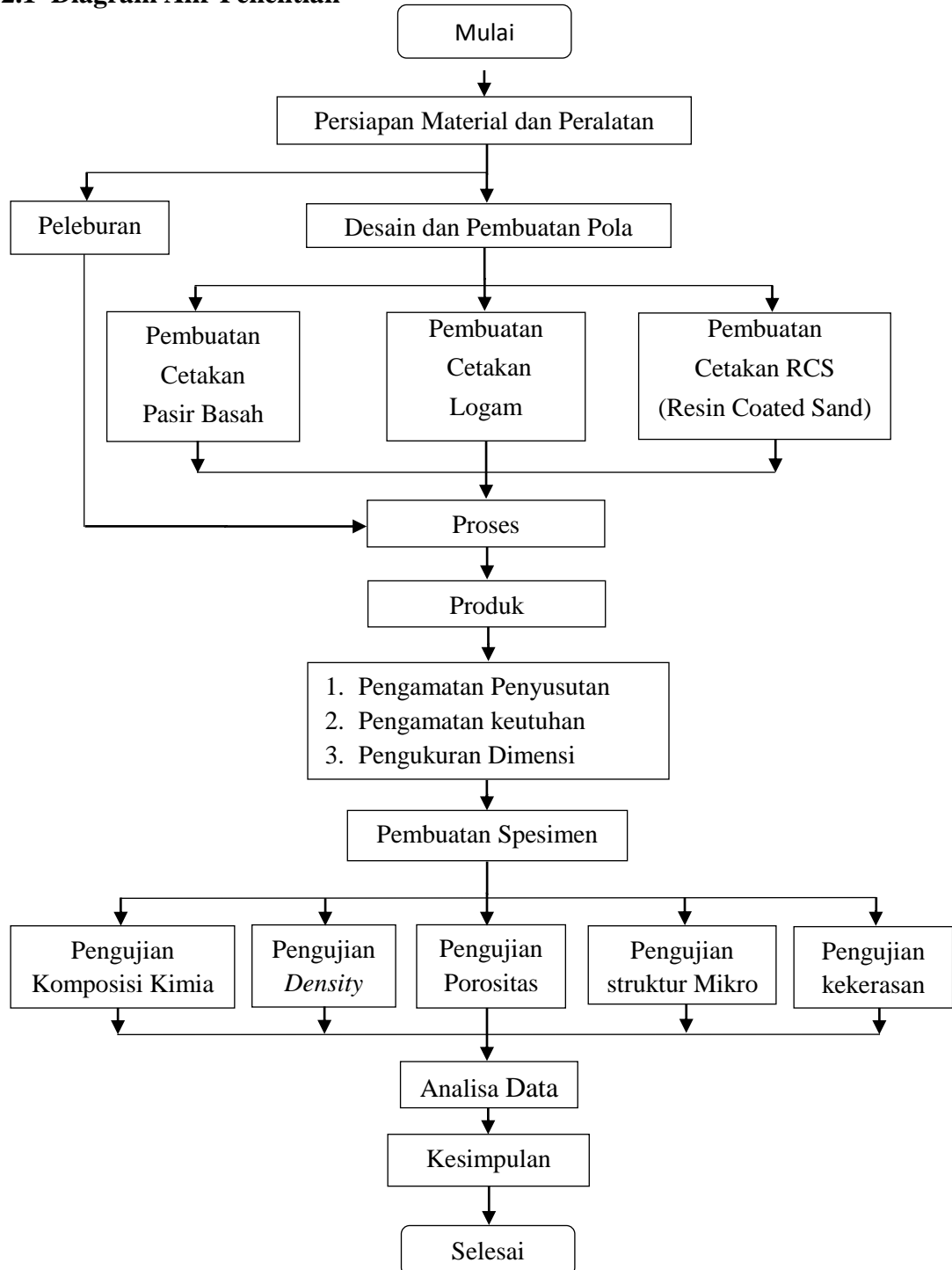
Perunggu merupakan suatu paduan dari logam yang berbasis tembaga dengan timah sebagai aditif utama. Beberapa paduan perunggu, memiliki fosfor, mangan, alumunium, atau silikon sebagai bahan paduan utama. Perunggu biasanya kuat, tangguh, dan tahan korosi dengan konduktivitas listrik dan termal yang tinggi. Perunggu yang paling umum digunakan dalam aplikasi bushing dan bantalan.

Indiyanto (2003) Perunggu hanya mengoksidasi dangkal, lapisan oksida yang tipis melindungi logam dari korosi. Tata Surdia (2000) untuk pembekuan coran dimulai dari bahan logam yang bersentuhan dengan cetakan, yaitu ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan mendingin sampai titik beku, dimana kemudian inti-inti kristal tumbuh.

Hananto Adam U (2016) meneliti bahwa alumunium dengan komposisi kimia (Al) 91,43%, (Si) 4,07%, (Zn) 2,13%, (Fe) 1,76%, (Cu) 0,147%, (Cr) 0,175% dengan menggunakan 3 variasi cetakan menghasilkan kekerasan yang berbeda-beda, pada cetakan logam sebesar 61,219 BHN, cetakan pasir basah sebesar 58,256 BHN dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) sebesar 57,124 BHN.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

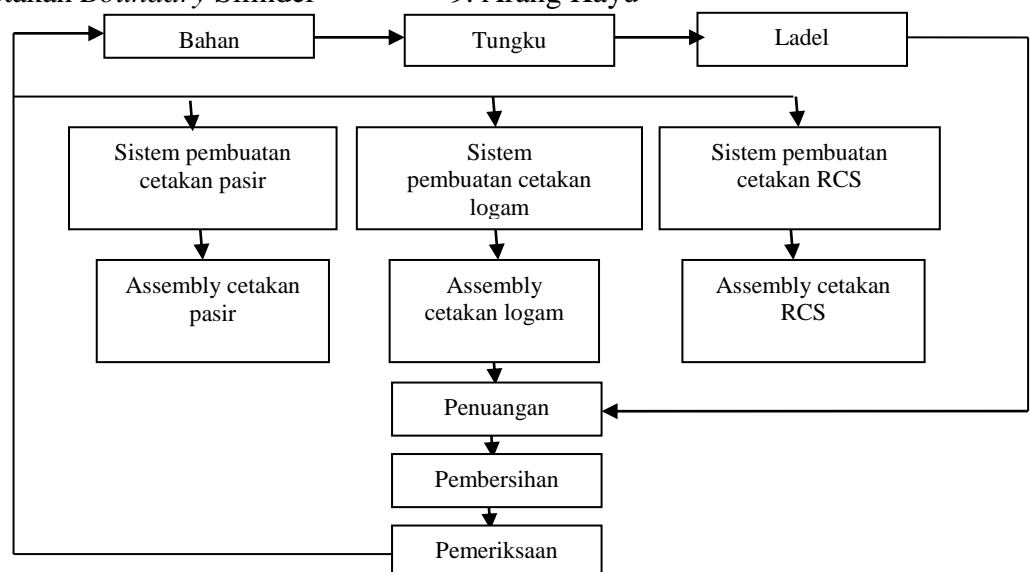
2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Sekop pasir
2. Penumbuk Runcing
3. Lanset
4. Tabung silinder
5. Penjepit
6. Dapur Peleburan
7. Blower
8. Kowi
9. Ladle
10. Timbangan digital
11. Gelas Ukur
12. Gergaji
13. Mesin Bubut
14. Amplas
15. Autosol dan kain
16. Digital Calipers
17. Infra Red Thermometer
18. Alat Uji Spektrometer
19. Alat Uji Brinell
20. Miskroskop Metalografi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Paduan bronze rosok yang berasal dari *sparepart* pabrik dan berbagai bahan bahan campuran logam bronze.
2. Pasir Cetak
3. Plat Besi Potongan
4. Kerangka Cetak Kayu
5. Cetakan *Boundary Silinder*
6. Pasir RCS (Resin Coated Sand)
7. Polyester Putty
8. Serbuk Karbon
9. Arang Kayu



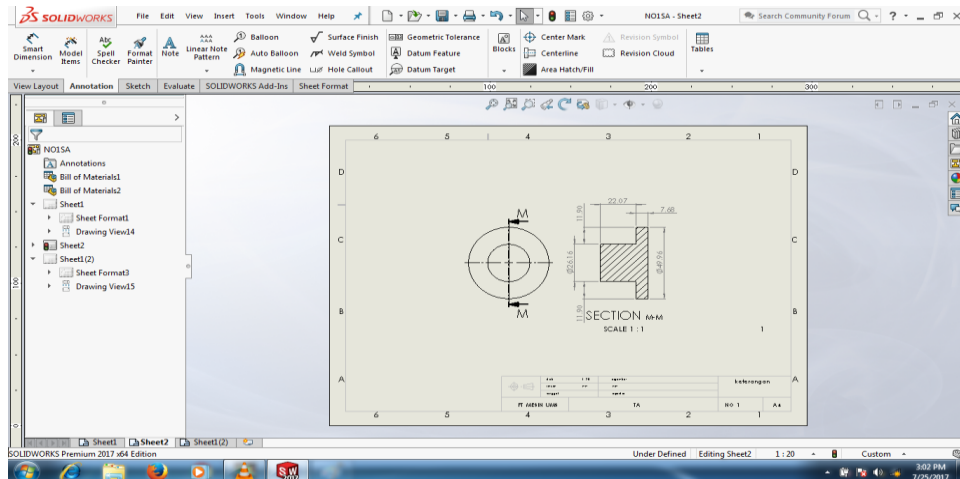
Gambar 2 Aliran proses pada pembuatan coran

2.3. Langkah Penelitian

2.3.1 Perencanaan Desain *Tap Handle*

1. Desain SOLIDWORKS 2D

Pembuat desain 2D Sebagai acuan pembuatan pola *Tap Handle* dengan satuan millimeter (mm) :



Gambar 3 Pola *Tap Handle*

2. Pembuatan model *Tap Handle* dan permesinan

a. Material

Untuk pembuatan model *Tap Handle* yang nantinya berguna sebagai contoh barang yang akan dibuat pada cetakan pasir dan cetakan RCS harus memiliki kriteria bahan yang sifatnya keras, kuat, tidak mudah berubah dimensinya dan tahan kalau terbakar pada suhu tertentu. Maka dipilihlah material aluminium batangan yang memiliki diameter 55 mm dan tinggi 55 mm.

b. Permesinan



Gambar 4 Proses Permesinan

Aluminium batangan yang sudah tersedia di bubut sesuai dengan desain yang telah dibuat 2D. Untuk mendapatkan pola yang sesuai dan baik lakukanlah pengukuran yang tepat dan usahakan hasil permesinan halus tidak ada yang cacat karena nantinya bisa mempengaruhi hasil cetakan.



Gambar 5 Pola Tap Handle

2.3.2 Pembuatan Cetakan Pasir

1. Persiapkan pasir cetak dicampur dengan pasir kering 80 % + air 20 % sampai pasir basah mampu untuk dibentuk.
2. Mempersiapkan kerangka cetak (*flask*), cetakan kerangka atas dan bawah.



Gambar 6 Kerangka Cetak

3. Mempersiapkan papan kayu yang diletakkan dibawah kerangka cetak sebagai alas kerangka cetak bawah (*drag*)



Gambar 7 Papan cetakan bawah

4. Letakan kerangka cetakan atas diatas papan kayu dan isi pasir sampai batas permukaan kerangka, setelah itu oleskan calcium carbonat pada pola pulley sampai merata sehingga pasir tidak menempel pada model. .
5. Pasangkan kerangka bawah ke cetakan atas masukan jarum pengunci cetakan bawah sehingga pasangan kerangka tidak mudah bergeser atau bergerak. Setelah itu taburkan calcium karbonat merata pada permukaan pola.



Gambar 8 Persiapan Cetakan Bawah

6. Pengayakan pasir muka diatas pola setebal 2 cm dan isi pasir setebal permukaan cetakan.setelah itu tumbuk hingga padat dan rata



Gambar 9 Penuangan Pasir dan Penumbukan Cetakan Bawah

7. Membalik kerangka cetak atas dan bawah dengan bantuan papan kayu. Setelah itu lepas cetakan bawah dan bongkar pasir setelah bentuk posisi pasir seperti pada gambar



Gambar 10 Cetakan Bawah

- Pasang lagi kerangka cetakan atas dan taburkan calcium carbonat pada pola dan permukaan. Letakan silinder di atas pola atas posisikan berada di tengah yang nantinya sebagai *sprue* saluran turun.



Gambar 11 Posisi Peletakan Silinder Saluran Masuk

- Pengayakan pasir muka diatas pola setebal 2 cm dan isi pasir setebal permukaan cetakan.setelah itu tumbuk hingga padat dan ratakan, lepas saluran turun (*sprue*).



Gambar 12 Cetakan Atas

- Mengangkat kerangka cetak dari kerangka cetak bawah setelah kerangka cetak atas terisi penuh dengan pasir cetak dan mengeluarkan pola, saluran turun (*sprue*). Dengan terangkatnya pola dari cetakan pasir akan meninggalkan rongga/pola cetak (*cavity*).

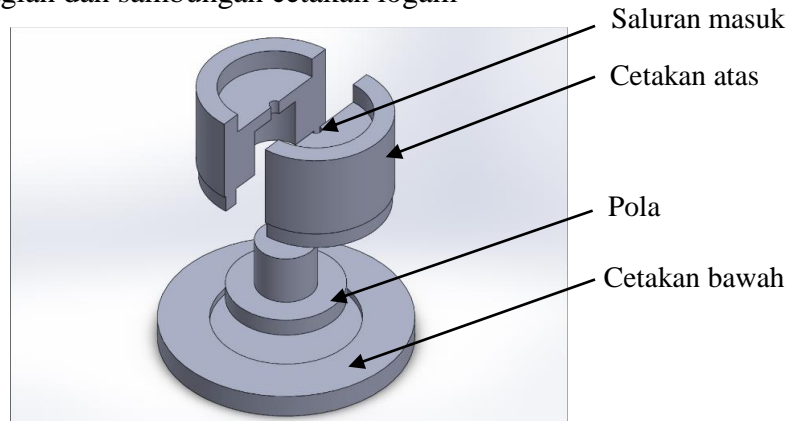


Gambar 13 Hasil Pola Cetakan Atas dan Bawah

11. Memasang kembali kerangka cetak atas diatas kerangka cetak bawah. Pada tahap ini cetakan pasir sudah siap untuk dituangkan logam cair dan membuat produk cor.

2.3.3 Pembuatan Cetakan Logam

1. Desain bagian dan sambungan cetakan logam



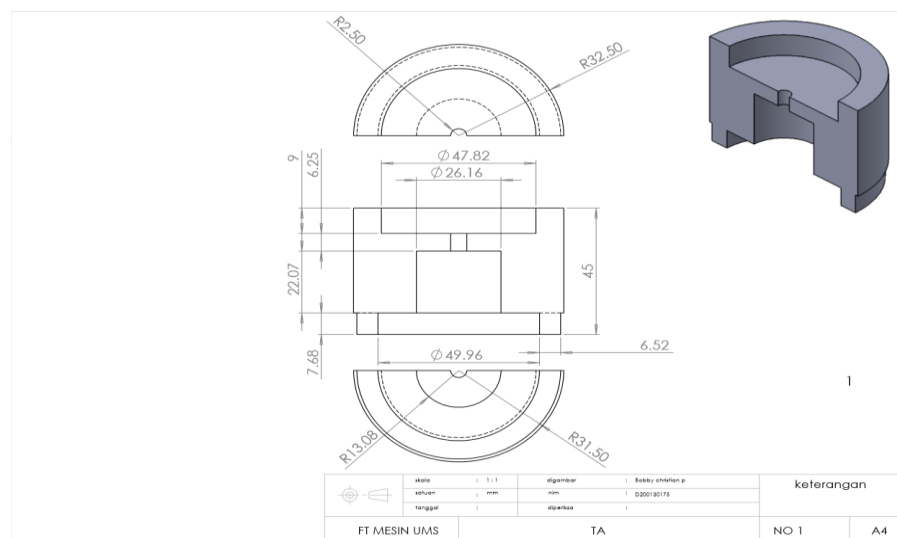
Gambar 14 Sambungan Cetakan Logam

2. Material

Material logam yang digunakan dalam pembuatan cetakan logam yaitu memiliki titik leburnya harus lebih tinggi dari *Bronze*. Maka dipilahlah material plat besi potongan.

3. Desain dan Proses permesinan Cetakan Atas

- a. Desain cetakan atas.



Gambar 15 Desain Cetakan Atas

b. Permesinan cetakan atas

Pada pembuatan cetakan atas membutuhkan material besi dengan ukuran diameter 65 mm, tebal 55 mm dan di proses menggunakan mesin bubut dan mengacu pada desain cetakan atas.



Gambar 16 Proses Pengeboran *Sprue*

Pembuatan saluran masuk (*sprue*) dengan proses pengeboran dengan diameter 5 mm.

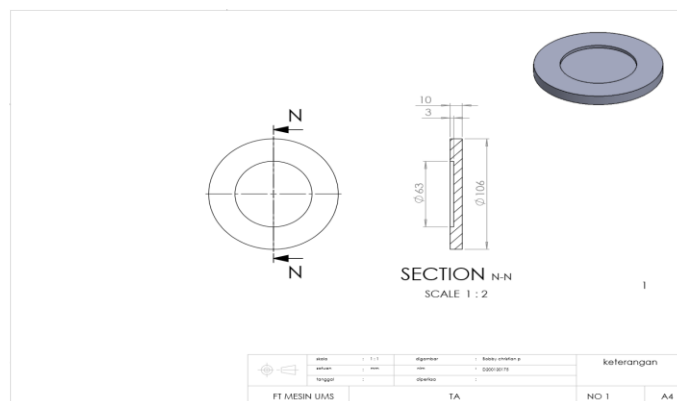


Gambar 17 Pembubutan Permukaan Pola Atas

Pembubutan pada permukaan dan pembuatan pola cetakan atas sesuaikan ukuran dan usahakan kualitas permesinan halus dan rata.

4. Desain dan Proses permesinan Cetakan Bawah

a. Desain cetakan bawah



Gambar 18 Desain Cetakan Tengah

b. Permesinan cetakan bawah

Pada pembuatan cetakan atas membutuhkan material besi dengan ukuran diameter 120 mm, tebal 15 mm dan di proses menggunakan mesin bubut dan mengacu pada desain cetakan bawah.



Gambar 19 Pembubutan Permukaan Pola

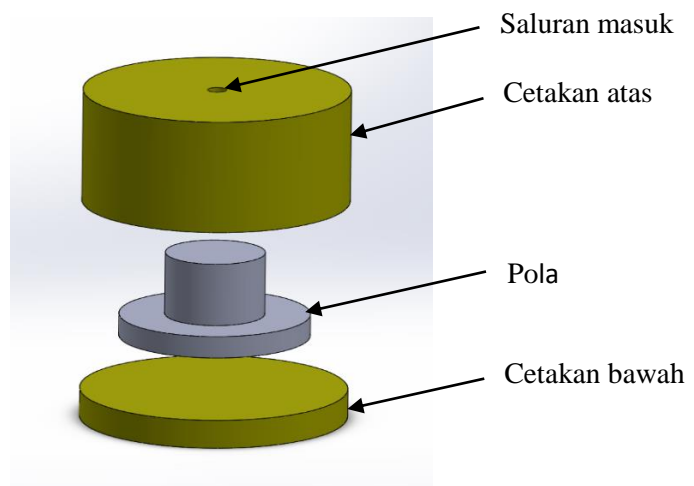
5. Assembly cetakan logam



Gambar 20 Assembly Cetakan Logam

2.3.4 Pembuatan cetakan RCS (Resin Coated Sand)

1. Desain bagian dan sambungan cetakan RCS



Gambar 21 Desain Cetakan RCS

2. Mempersiapkan wadah pasir pembuatan cetakan RCS (*boundary*) dari bahan alumunium berbentuk silinder dengan diameter dalam 100 mm tinggi 50 mm tebal 10 mm sebagai cetakan *tap handle* atas dan bawah, alumunium berbentuk silinder dengan diameter dalam 90 mm tebal 5 mm sebagai cetakan saluran masuk dan plat alumunium sebagai dasaran atau papan *boundary*.
3. Pembuatan cetakan bagian atas langkah awal meletakkan *boundary* cetakan *Tap Handle* pada plat alumunim dan posisikan pola *Tap Handle* di dalam *boundary* usahakan berada di tengah-tengah *boundary* taburkan calcium carbonat untuk memudahkan pada saat pelepasan pola pada cetakan RCS.



Gambar 22 Posisi *Boundary* Cetakan Atas

4. Tuangkan pasir RCS ke dalam *boundary* setinggi 40 cm dan ratakan pada permukaannya. Pemanasan cetakan di atas bara api sampai pasir membeku, Pasir RCS mempunyai ciri khas apa bila dipanaskan pada suhu $\pm 200^{\circ}$ akan perlahan-lahan membeku dan membentuk cavity sesuai bentuk pada pola cetakan.



Gambar 23 Pemanasan Cetakan

5. Mengambil cetakan menggunakan pencepit, kemudian merenggangkan celah *boundary* dan secara otomatis cetakan bagian atas akan turun. Selanjutnya melepas pola pada cetakan atas dengan memegang cetakan atas dan pukul pelan-pelan pola bagian bawah sehingga pola terdorong keluar dan terlepas.



Gambar 24 Pelepasan Cetakan Atas dari *Boundary*

6. Menuangkan pasir RCS ke dalam *boundary* dengan ketebalan 25 mm untuk membuat cetakan bawah, setelah itu panaskan diatas bara api sampai membeku dan berwarna kuning.



Gambar 25 Pembuatan Cetakan Bawah

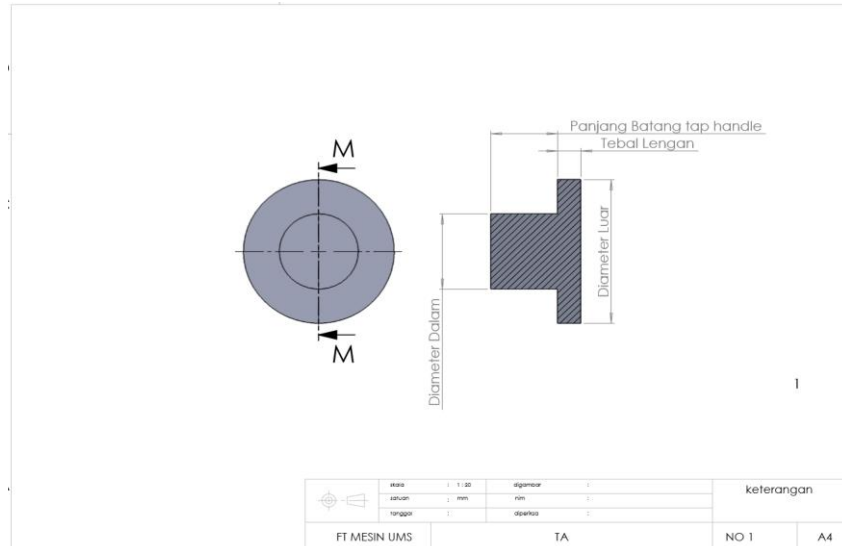
7. Mengambil cetakan dengan pencepit dan meratakan permukaan menggunakan kikir atau benda yang kasar, pembongkaran cetakan bawah dengan cara melepaskan cetakan RCS dari *boundary* dengan cara meregangkan celah *boundary*.
8. Membuat saluran lubang masuk dengan alumunim silinder diameter 2 mm dengan cara melubangi cetakan RCS bagian atas sampai saluran masuk berukuran 5 mm.

9. Assembly cetakan dengan cara menyambungkan cetakan atas dan bawah posisikan *guide* nya dan cetakan saluran lubang masuk yang sebelumnya bagian tengah sudah dilubangi dengan diameter 15 mm, dengan perekat *Polyester Putty* dan oleskan pada bagian permukaan yang di sambungkan, usahakan posisi sambungan terikat dengan kuat.



Gambar 26 Assembly Cetakan RCS

2.3.5 Pengujian cacat penyusutan



Gambar 27 Pengukuran hasil Coran

Untuk menghitung prosentase penyusutan menggunakan cara yang dipergunakan Febriantoko (2011) dengan persamaan :

$$S = \frac{(P \text{ cetakan} - P \text{ produk})}{P \text{ cetakan}} \times 100\%$$

Dimana :

S : Prosentase penyusutan

P cetakan : Panjang cetakan (mm)

P produk : Panjang produk (mm)

2.3.6 Pengujian cacat porositas

Menghitung nilai apparent density dengan menggunakan cara yang dipergunakan Tiple (2001) dengan persamaan :

$$\rho_s = \frac{m}{v}$$

dimana :

ρ_s : apparent density (gr/mm³)

m : massa produk cor (gr)

V : Volume produk cor (mm³)

2.3.7 Pengujian Kekerasan

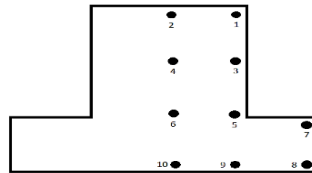
Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui hasil kekerasan dari benda uji pada beberapa bagian sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan rata-ratanya dari semua bagian yang di uji. Kekerasan merupakan ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya.

Adapun langkah-langkah pengujian kekerasan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan spesimen yang akan diuji, yaitu dengan mengamplas spesimen sampai dengan nomor amplas 1500, kondisikan rata dan tegak lurus pada benda uji.
2. On kan mesin uji kekerasan *Brinell*.
3. Tentukan tekanan yang akan diberikan oleh mesin sesuai dengan spesifikasi benda uji tersebut.
4. Tempatkan benda uji pada stage. Fokuskan gambar.
5. Pilih lokasi yang diinginkan dengan memutar *stage drive control knob*.
6. Jika tuas sudah berhenti, tarik dan kembalikan pada posisi semula.

7. Ukur diameter jejal bola *Brinell* pada layar mikroskop

8. Catat hasilnya.



Gambar 28 Spesimen Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan metode brinell (ASTM E-252)

dengan rumus :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana :

BHN = Brinell Hardness Number

P = Beban yang diberikan (kgf)

D = Diameter Indentor (mm)

d = Diameter lekukan rata-rata hasil inden

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Komposisi Kimia

Tabel 1 Hasil Uji Komposisi kimia

NO	Unsur	Sampel uji	
		Persentase (%)	Standart Deviasi
1	Cu	76,0	0,802
2	Zn	1,40	0,0173
3	Pb	16,2	0,750
4	Sn	5,73	0,0360
5	Mn	<0,0020	0,0000
6	Fe	0,0211	0,0025

7	Ni	0,496	0,0174
8	Si	<0,0050	0,0000
9	Mg	<0,0050	0,0000
10	Cr	0,0067	0,0005
11	Al	<0,0050	0,0000
12	As	<0,0050	0,0017
13	Be	<0,0020	0,0000
14	Ag	0,0112	0,0007
15	Co	0,0122	0,0007
16	Bi	<0,0050	0,0012
17	Cd	0,0731	0,0031
18	Zr	<0,0020	0,0000

Pada hasil komposisi kimia terdapat 18 unsur tetapi hanya 4 unsur yang dapat berpengaruh pada Tembaga cor yaitu Pb, Sn, dan Zn, yang paling dominan. Pengaruh Timbal (Pb) 16,2% mempunyai pengaruh baik pada hasil coran, membuat material lunak dan mudah dibentuk saat proses permesinan. Pengaruh (Sn) 5,73% mempunyai pengaruh baik dalam meningkatkan ketahanan korosi dan meningkatkan kekerasan coran. Pengaruh Seng (Zn) 1,40% menghasilkan efek yang tidak berguna, konsentrasi paduan kurang dari 3% menaikkan kekuatan dengan sangat tinggi sehingga cenderung memproduksi tegangan retak. Pengaruh Nikel (Ni) 0,496% memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran, meningkatkan ketahanan panas, ketahanan korosi, dan meningkatkan

ketahanan impact, namun nikel memiliki sifat kelelahan atau (*vatic*) tinggi tapi tidak dapat dikeraskan.

3.2 Hasil Penyusutan

Pengujian penyusutan dilakukan untuk mengetahui tingkat cacat penyusutan alumunium coran. Nilai penyusutan umumnya dinyatakan dalam satuan mm yang diperoleh dari perhitungan menggunakan jangka sorong digital kemudian diubah menjadi persentase (%).

1. Data hasil pengukuran dimensi produk cor

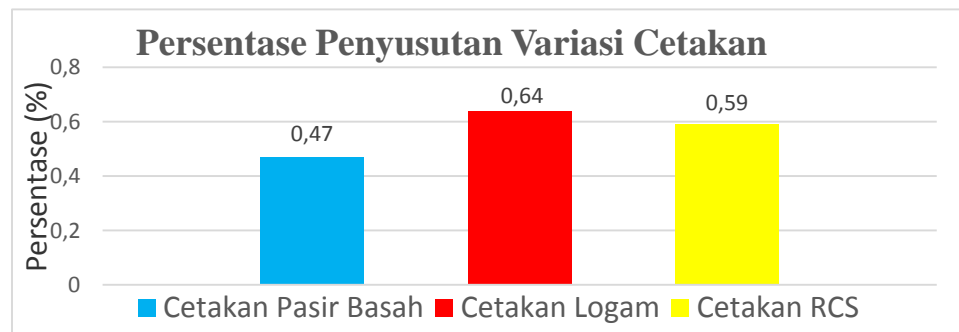
Tabel 2 Volume produk Cor

Specimen	Asli	Cetakan pasir basah	Cetakan Logam	Cetakan RCS
Diameter atas batang tap handle	26,16	25,90	25,87	25,75
Diameter luar tap handle	49,96	49,90	49,34	49,83
Tebal lengan tap handle	7,68	7,65	7,55	7,65
Tebal batang tap handle	29,85	29,51	29,66	29,73

Tabel 3 Persentase penyusutan dalam persen (%)

Specimen	Asli	Cetakan pasir basah	S (%)	Cetakan Logam	S (%)	Cetakan RCS	S (%)
Diameter atas batang tap handle	26,16	25,90	0,99	25,87	1,11	25,75	1,57
Diameter luar tap	49,96	49,90	0,12	49,34	0,12	49,83	0,26

handle							
Tebal lengan tap handle	7,68	7,65	0,39	7,55	1,69	7,65	0,39
Tebal batang tap handle	29,85	29,51	1,13	29,66	0,64	29,73	0,40
Rata – Rata			0,66		0,92		0,66



Gambar 29 Histogram hasil persentase penyusutan variasi cetakan.

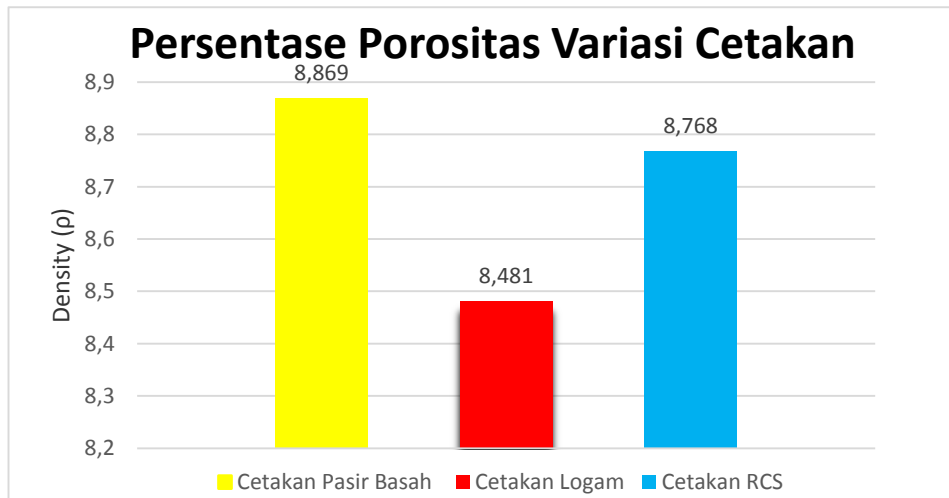
Gambar 29 menunjukkan hubungan antara persentase penyusutan dengan variasi cetakan. Nilai yang ditampilkan merupakan rata-rata dari enam bagian pengukuran spesimen dari setiap variasi cetakan. Nilai persentase penyusutan untuk variasi cetakan pasir basah sebesar 0,66%, untuk variasi cetakan logam sebesar 0,92 %, dan untuk variasi Cetakan RCS sebesar 0,66 %. Berdasarkan data diatas, variasi penggunaan cetakan mempengaruhi nilai persentase penyusutan yang terjadi pada produk cor.

Perbedaan nilai persentase penyusutan tersebut disebabkan oleh media cetakan yang digunakan cetakan logam mempunyai konduktivitas panas sehingga pembekuan coran terjadi sangat cepat dan menimbulkan penyusutan, dibandingkan cetakan pasir basah dan RCS. Akan tetapi cetakan logam dapat menghasilkan hasil coran yang padat.

3.3 Persentase Porositas

Tabel 4 Hasil perhitungan apparent density

Nama Spesimen	No	Penimbangan (gram)	Gelas Ukur (ml)	Density (ρ)
Cetakan Pasir Basah	1	5,151	0,6	8,585
	2	4,517	0,5	9,034
	3	3,075	0,3	10,250
	4	4,971	0,6	8,285
	5	6,522	0,8	8,190
	Rata-rata			
Cetakan Logam	1	4,504	0,5	9,008
	2	4,248	0,5	8,496
	3	4,849	0,5	8,082
	4	3,923	0,5	7,846
	5	8,076	0,9	8,973
	Rata-rata			
Cetakan RCS (<i>Resin Coated Sand</i>)	1	3,478	0,4	8,695
	2	4,280	0,5	8,560
	3	2,578	0,3	8,593
	4	3,475	0,4	8,688
	5	4,651	0,5	9,302
	Rata-rata			



Gambar 30 Histogram Hubungan antara persentase porositas variasi cetakan

Gambar 30 menunjukkan hubungan antara persentase porositas dengan variasi cetakan. Nilai yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari lima specimen dari setiap variasi cetakan. Nilai persentase porositas untuk variasi pasir basah 8,869, untuk variasi cetakan logam sebesar 8,481 dan untuk variasi cetakan RCS sebesar 8,768. Berdasarkan data di atas variasi cetakan mempengaruhi nilai persentase porositas yang terjadi pada produk cor.

Pada cetakan pasir yang digunakan terdapat uap air karena cetakan yang digunakan cetakan pasir basah. Pada temperature tinggi uap air ini akan bereaksi dengan bronze. Ketika bronze cair dituang ke dalam cetakan. Gas hydrogen yang terperangkap bersama bronze cair akan menimbulkan cacat porositas pada bronze cor.

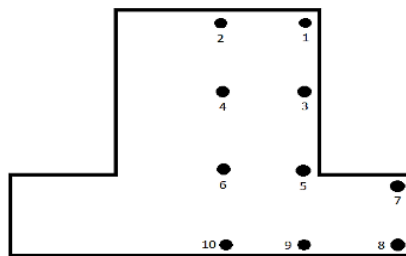
Pada variasi cetakan logam hasil cor, porositas paling kecil yaitu sebesar 8,481. Hal ini disebabkan cetakan logam relatif lebih bersih dari zat – zat pembentuk gas dan pada saat penuangan coran gas di dalam cetakan bisa keluar dengan bebas lewat celah–celah antar sambungan cetakan.

Pada variasi cetakan RCS hasil cor, porositasnya paling besar yaitu 8,768 hal ini dikarenakan pada saat penuangan gas yang berada di dalam cetakan sulit untuk keluar dan RCS sendiri bersifat padat dan tidak ada

celah pori – pori gas untuk keluar sehingga gas tersebut terjebak di dalam coran dan mengakibatkan porositas.

3.4 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada dengan standar ASTM E-10 menggunakan metode Brinell, sehingga menghasilkan nilai (BHN) pembebanan 613 N dengan diameter bola baja (*identor*) 2,5 mm, dan dilakukan pada 10 titik.



Gambar 31 Spesimen Uji Kekerasan

Tabel 5 Harga Kekerasan Brinell Pada Spesimen Cetakan Pasir Basah

Cetakan Pasir Basah						
Titik	Jumlah strip	d (mm) (Lensa 50 x = 1mm =19 strip)	D (mm) Indentor bola	P = 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	BHN	Rata-rata BHN
1	19	1	2,5	62,509	76,305	75,576
2	24	1,263	2,5	62,509	46,431	
3	19	1,000	2,5	62,509	76,305	
4	25	1,316	2,5	62,509	42,583	

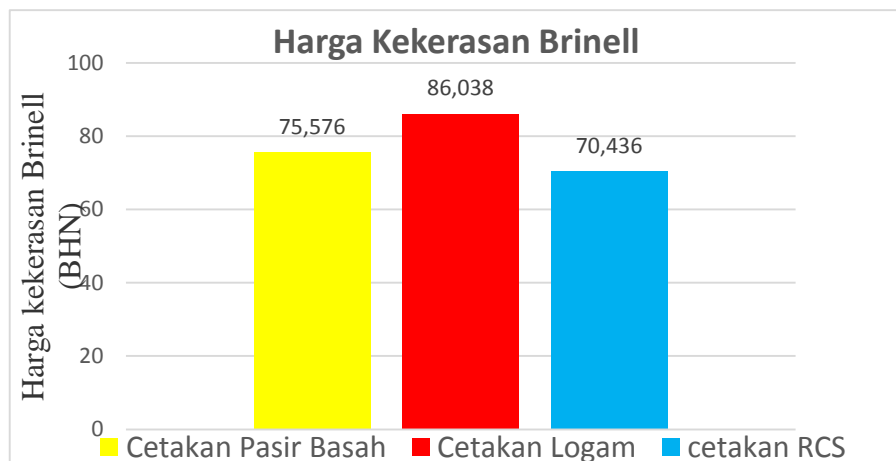
5	19	1	2,5	62,509	76,305
6	18	0,947	2,5	62,509	85,414
7	18	0,947	2,5	62,509	85,414
8	18	0,947	2,5	62,509	85,414
9	18	0,947	2,5	62,509	85,414
10	17	0,895	2,5	62,509	96,173

Tabel 6 Harga Kekerasan Brinell Pada Spesimen Cetakan Logam

Cetakan Logam						
Titik	Jumlah strip	d (mm) (Lensa 50 x = 1mm =19 strip)	D (mm) Indentor bola	P = 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	BHN	Rata-rata BHN
1	19	1	2,5	62,509	76,305	86,038
2	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
3	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
4	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
5	20	1,053	2,5	62,509	68,490	
6	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
7	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
8	17	0,895	2,5	62,509	96,173	
9	17	0,895	2,5	62,509	96,173	
10	17	0,895	2,5	62,509	96,173	

Tabel 7 Harga Kekerasan Brinell Pada Spesimen Cetakan RCS

Cetakan RCS (<i>Resin Coated Sand</i>)						
Titik	Jumlah strip	d (mm) (Lensa 50 x = 1mm =19 strip)	D (mm) Indentor bola	P = 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	BHN	Rata- rata BHN
1	22	1,158	2,5	62,509	55,987	70,436
2	24	1,263	2,5	62,509	46,431	
3	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
4	25	1,316	2,5	62,509	42,583	
5	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
6	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
7	19	1	2,5	62,509	76,305	
8	22	1,158	2,5	62,509	55,987	
9	18	0,947	2,5	62,509	85,414	
10	18	0,947	2,5	62,509	85,414	

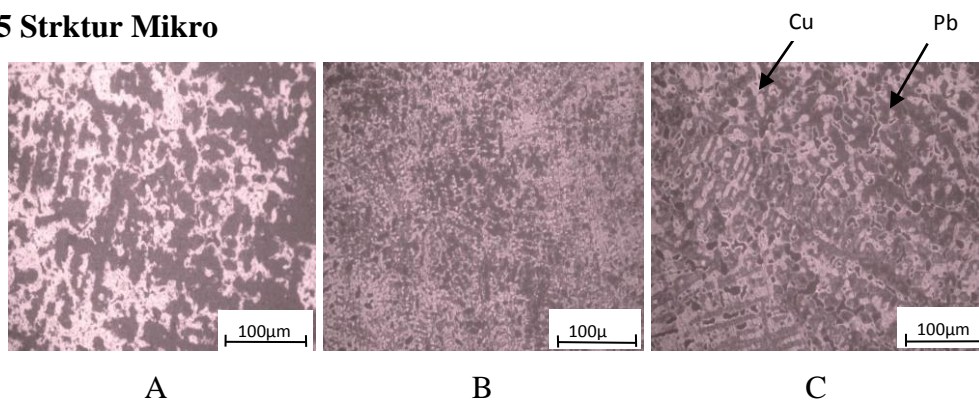


Gambar 32 Perbandingan kekerasan variasi cetakan cor aluminium

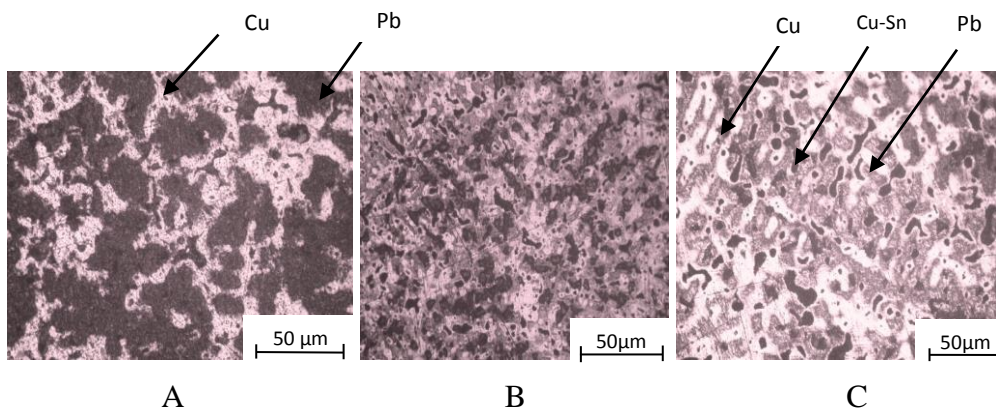
Kekerasan produk cor aluminium yang menggunakan cetakan logam mencapai 86,038 BHN harga kekerasan ini paling tinggi dari pada

harga kekerasan menggunakan pasir basah 75,576 BHN dan pasir RCS 70,436 BHN. Hal ini disebabkan karena konduktifitas panas pasir basah dan pasir RCS kecil dibandingkan menggunakan cetakan logam, konduktifitas kecil memungkinkan pembekuan lambat dan melambatnya proses pembekuan akan mengakibatkan harga kekerasan turun dan material tersebut ulet. Hal ini juga dapat dikaitkan dengan penyusutan, *density* dan porositas yang terjadi pada masing-masing cetakan.

3.5 Struktur Mikro



Gambar 33 Perbandingan foto mikro pada pembesaran 100x. Cetakan pasir basah (A), cetakan logam (B), Cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) (C).



Gambar 34 Perbandingan foto mikro pada pembesaran 200x. Cetakan pasir basah (A), cetakan logam (B), Cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) (C).

4. PENUTUP

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa data hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia ditemukan unsur kimia berupa (Cu) 76,00%, (Pb) 16,20%, (Sn) 5,73%, (Zn) 1,40%, (Ni) 0,496%, (Cd) 0,0731% dan unsur lainnya.
2. Nilai persentase penyusutan untuk variasi cetakan pasir basah sebesar 0,66%, cetakan logam sebesar 0,92% dan untuk cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) sebesar 0,66 %. Hasil penelitian penyusutan menunjukkan bahwa cetakan logam mempunyai nilai penyusutan tinggi dan terendah yaitu RCS (*Resin Coated Sand*) dan cetakan pasir basah diantara kedua cetakan logam dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) penyusutan terjadi karena konduktivitas masing-masing cetakan dalam menyerap panas sehingga semakin tinggi konduktivitas membuat pembekuan logam cepat dan berpengaruh juga pada besar butir besar yang dilihat pada struktur mikro , pembekuan cepat membuat butir menjadi kecil karena lambat. Pada porositas di peroleh dari *true density*, cetakan pasir basah $\rho = 8,869$, cetakan logam $\rho = 8,481$ dan RCS (*Resin Coated Sand*) $\rho = 8,768$ semakin tinggi nilai *true density* maka material tersebut padat.
3. Kepadatan material berhubungan dengan kekerasan yang juga semakin tinggi diperoleh pada pengujian brinell cetakan pasir basah sebesar 75,576 BHN , cetakan logam sebesar 86,038 BHN dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*) 70,436 BHN.
4. Pada pengujian struktur mikro ukuran butir berpengaruh harga kekerasan. Ukuran butir struktur mikro variasi cetakan pasir basah lebih besar dibandingkan butir variasi cetakan logam dan cetakan RCS (*Resin Coated Sand*), Untuk ukuran butir struktur mikro pada cetakan logam adalah paling kecil dibandingkan dengan cetakan pasir basah dan RCS (*Resin Coated Sand*).

PERSANTUNAN

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah melimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah S.W.T yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, karunia dan kasih sayang-Nya
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Wijianto, ST, M.Eng.Sc selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing saya selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak Patna Partono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Dosen Jurusan Teknik beserta Staff Tata Usaha Fakultas Teknik.
8. Ibu tercinta dan teristimewa yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Bapak tercinta yang telah memberikan kasih sayang, mendidik dan memberikan pendidikan alkan hidup kepada penulis.
10. Adik tercinta yang selalu menyemangati dan memberikan masukan kepada penulis.

11. Adam Hananto Utomo dan keluarga besar CV. Karya Logam yang telah memfasilitasi tempat, alat dan bahan, serta membantu kelancaran dalam penelitian dan pembuatan laporan.
12. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan bapak Patna Partono, ST, MT yaitu Zuhry Nurdin, Galih Satria dan Himam Hanafi.
13. Rekan – Rekan Teknik Mesin angkatan 2013 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Annual Book of ASTM Standart Section 3, 1994

Atlas of Microstructure of Industrial Alloys, American Society For Metals, Metal Handbook, Vol.7

Azis Nur E.,2012, *Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Aluminium Paduan AL-SI-CU Dengan Menggunakan Cetakan Pasir*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Diah Kusuma Pratiwi.,2012, *Hubungan Jenis Cetakan Terhadap Kualitas Produk Cor Aluminium*, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Hananto Adam U.,2016, *Pengaruh Variasi Media Cetakan Pasir, Cetakan Logam, Cetakan RCS (Resin Coated Sand) Terhadap Produk Coran Aluminium*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Kristianto Suro Nugroho.,2010, *Analisa Pengujian, Kekerasan Material Baja Karbon Rendah, Besi, Tembaga, Serta Zn (seng) dengan Menggunakan Metode Uji Kekerasan Brinell*, Skripsi, Universitas Pamulang, Tangerang selatan.

Masyrukan.,2010, *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium Paduan Daur Ulang dengan Menggunakan Cetakan Logam, Cetakan Pasir*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Rendy, Saputra.,2012 *Analisa Pengaruh Penambah Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%, 8%, 9%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Surdia, T. & Chijiwa.,1996. *Teknik Pengecoran Logam*, Edisi ke-2, Cetakan Ke-7, PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tjitro Soejono.,2001, *Simulasi Numerik Proses Pembekuan Aluminium pada pengecoran cetakan pasir*, Tesis, Universitas Indonesia.