

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Crank shaft adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak vertikal/horizontal dari piston menjadi gerak rotasi (putaran). Untuk mengubahnya sebuah *crank shaft* membutuhkan pena engkol (*crankpin*), sebuah bearing tabahan yang diletakkan di ujung batang penggerak pada setiap silindernya, fungsi poros engkol adalah mengubah gerakan piston menjadi gerakan putar (mesin). (Suherman, dkk 2018).

Crank shaft atau poros engkol terbuat dari baja ditempa atau besi cor, poros engkol untuk kompresor pada umumnya dibuat dari besi cor dengan material FCD 400 atau besi cor nodular 400. Standar komposisi kimia pada besi cor nodular 400 yaitu, C : 3,5~3,9%, Si : 2,5~2,9%, Mn : 0,3~0,5%, P : maks 0,03%, S : maks 0,02%, Mg : min 0,03%. (Doloksaribu, 2016). Dan untuk *mechanical properties* pada besi cor nodular yaitu, *Tensile strength* : min 400 N/mm², 0,2% *Yield strength* : min 250 N/mm², *Elongation* : min 18%, HB : 130 to 180, *Matrix structure* : *Ferrite*. (JIS, 2001).

Pembuatan besi cor bergrafit bulat dibuat dengan jalan mencampurkan magnesium, kalsium, dan serium ke dalam cairan logam, sehingga grafit bulat akan mengendap. Besi cor macam ini mempunyai kekuatan, keuletan, ketahanan aus dan ketahanan panas yang baik sekali dibandingkan dengan besi cor kelabu, untuk pembulatan grafit dipakai Mg,Ce,Ca dan paduan-paduannya terutama Mg dan paduan Mg adalah bahan yang paling banyak digunakan mengingat kemampuannya yang besar dalam pembentukan grafit bulat. (Surdia, 2019).

Metode yang dipakai untuk pembuatan material *crank shaft* kompresor udara yaitu dengan metode pengecoran logam *sand casting*, menggunakan dapur induksi 1 ton untuk membuat cairan *casting* dan menggunakan *ladle* berkapasitas 40 kg untuk proses *pouring*. Molding yang digunakan untuk membuat pola cetakan pasir sebagai media cetak besi cor pada proses ini menggunakan molding

Match Plate Pattern, dimana pola atas dan bawah terpasang jadi satu pada *plate* datar.

Dalam pembuatan *crank shaft* besi cor nodular dengan metode *sand casting*, terdapat beberapa cacat produk hasil *casting* yaitu, cacat hasil casting (susut dan keropos), juga terdapat perbedaan pada komposisi kimia (belum sesuai standar) dari hasil pengujian *spectro meter* pada *crank shaft*.

Dari beberapa masalah penelitian ini menganalisa alur proses pembuatan *crank shaft* dengan metode *sand casting* pada pengecoran logam, yang bertujuan untuk menghilangkan cacat pada hasil casting dan melakukan pengujian terhadap material besi cor nodular pada part *crank shaft*, untuk mendapatkan kekerasan, komposisi kimia dan struktur mikro yang sesuai dengan standar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan pada penelitian ini adalah untuk menganalisa proses pembuatan *crank shaft* dengan metode pengecoran logam *sand casting*, dari hasil pengecoran terdapat beberapa cacat produk hasil casting yaitu : susut profil pada bagian yang lebih tebal, kasar permukaan casting pada pattern bagian bawah dan terdapat keropos pada hasil casting. Dari beberapa masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa proses pembuatan *crank shaft* dengan metode pengecoran logam *sand casting* sesuai dengan parameter pada proses pengecoran logam dengan material besi cor *nodular* yaitu:

- Komposisi kimia
- Temperatur cairan
- Kekerasan pasir cetak

Solusinya yaitu menganalisa proses *sand casting*, melakukan perbaikan pada molding atau proses nya dan pengujian pada *part crank shaft* hasil casting, untuk menghasilkan kualitas casting yang sesuai dengan standar JIS G 5502 untuk material FCD atau besi cor nodular dengan metode pengujian HRB (*Hardness Rockwell Brinell*) untuk menganalisa kekerasan, pengujian *spectro meter* untuk menganalisa komposisi kimia dan pengujian struktur mikro.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa proses pengecoran logam metode *sand casting* dengan material FCD / besi cor nodular seperti :

1. Menganalisa proses pembuatan *crank shaft* dengan metode *sand casting*, sesuai dengan parameter *sand casting* yaitu, mengukur temperatur logam cair pada *ladle* saat proses *pouring*, menguji pasir saat proses mixing pasir (CB Test, *Moisture Analyst*), dan mengukur kekerasan pasir saat proses cetak pasir.
2. Menganalisa kualitas material FCD / besi cor nodular pada part *crank shaft* hasil proses *sand casting* dengan melakukan pengujian material untuk menghasilkan komposisi kimia dan mekanik (HB 130 to 180) sesuai standar JIS G 5502.

1.4 Batasan Masalah

Tersedia pula dalam pembuatan tugas ini agar batasan masalah lebih spesifik dan tidak meluas, maka dibuatkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pembahasan hanya pada proses pembuatan *crank shaft* dengan metode *sand casting*.
2. Untuk proses pengujian hanya pada part *crank shaft* kompresor udara type 1/4 HP.
3. Pengujian material FCD atau besi cor nodular dengan beberapa pengujian seperti : *spectro meter* dengan benda uji berukuran $\text{Ø}40 \times 6$ mm, pengujian *brinell hardness* dengan benda uji berukuran $\text{Ø}25 \times 25$ mm dan pengujian struktur mikro dengan benda uji berukuran $\text{Ø}25 \times 10$ mm.

1.5 State of the Art

Untuk *State of the Art* ini diambil dari beberapa jurnal yang terdahulu sebagai contoh dan panduan dalam penelitian yang akan dilakukan sebagai acuan juga perbandingan untuk melakukan penelitian ini. Dalam *State of the Art* ini mengambil beberapa jurnal yang sebelum nya.

Kadarisman Syah, dkk (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Desain *Gating System* dan Parameter Proses Pengecoran untuk Mengatasi Cacat Rongga Poros Engkol” yaitu mengoptimalkan temperatur proses pengecoran dengan cara meningkatkan temperatur tuang yang terlalu rendah dari 1350°C menjadi 1400°C akan menyebabkan pembekuan dini yang akibatnya terjadinya pembentukan penyusutan, sedangkan temperatur yang baru di atas 1400°C hasilnya lebih baik dan tidak terjadi cacat.

Eri Diniardi dan Iswahyudi (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Besi Cor Nodular (FCD 60)” hasil penelitiannya pengaruh *quenching temper* terhadap *spesimen* besi cor nodular adalah terbentuk nya struktur austenit dan martensit sehingga spesimen menjadi keras, sedangkan untuk normalizing terbentuk fasa perlit halus dan sementit akibat pendinginan yang lambat yaitu memiliki sifat menaikkan kekerasan tapi menurunkan kekuatan tarik.

Ardiyani Aji Setyawan (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Variasi Kandungan Magnesium (Mg) Dalam Proses Pembuatan Besi Cor Nodular Terhadap Kekerasan” hasil penelitiannya menyatakan hasil pengujian struktur mikro pada spesimen 1 *Raw Material* FCD yang mengandung unsur magnesium (Mg) sebesar 0,0296% dan variasi penambahan unsur magnesium pada spesimen 2,3,4,5 dengan kandungan unsur magnesium berturut – turut adalah 0,0307%, 0,0343%, dan 0,0351% menghasilkan bentuk grafit bulat berwarna hitam dengan ukuran cenderung mengecil, bulat dan seragam dengan bertambahnya *persentase* komposisi unsur magnesium yang terdapat didalam besi cor, selain itu pada hasil struktur mikro menunjukkan semakin meningkat nya area perlit yang berbentuk lamel- lamel berwarna terang gelap dan berkurang nya area ferit yang berwarna terang yang mengelilingi grafit pada besi cor. Sedangkan pengaruh pada kekerasan hasil uji kekerasan dengan metode *Brinell* pada spesimen 1 *raw material* FCD dan spesimen 2,3,4,5 hasil variasi penambahan unsur magnesium menghasilkan nilai kekerasan yang cenderung meningkat. Dengan nilai kekerasan secara berturut-turut adalah 210,59 BHN, 225,45 BHN, 248,01 BHN, 257,29 BHN, 296,64 BHN. Semakin banyak fasa perlit pada struktur mikro nilai

kekerasannya semakin meningkat, hal ini disebabkan fasa perlit lebih keras dibandingkan fasa ferit dan grafit.

Moh. Jufri (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Penambahan Magnesium Dan Cerium Sebagai Pembulat Grafit Besi Tuang Nodular” dalam penelitiannya menyatakan pengecoran besi tuang nodular lebih banyak menggunakan magnesium sebagai pembulat *grafit* pada proses pengecoran BTN. Selain mudah didapat dalam bentuk magnesium *ferrosilicon* magnesium (Fe-Si-Mg), penggunaan magnesium dirasa cukup efektif dalam pembentukan *grafit* bulat dan pengikatan belerang (S). Sedangkan cerium merupakan logam tanah jarang yang relatif lebih rendah penggunaannya dibandingkan magnesium dalam pembentukan *grafit* bulat. Besi Tuang *Nodular* (BTN) atau dikenal juga dengan besi tuang ulet (*ductile iron*) adalah salah satu jenis dari besi tuang yang *grafitnya* berbentuk bulat dan mempunyai sifat mekanik yang relatif lebih baik dibandingkan jenis besi tuang lainnya. Pembentukan *grafit* bulat (*nodular*) dalam besi tuang *nodular* (BTN) dipengaruhi oleh unsur magnesium dan / atau logam tanah jarang yang dinamakan unsur pembulat *grafit* (*noduliser*).

Martin Doloksaribu dan Eva Afrilinda (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Krom Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Besi Cor Nodular 400” dalam penelitiannya menyatakan, BTN/FCD 400 merupakan standar besi cor Jepang dengan komposisi karbon 3,5~3,9 ; silikon 2,5~2,9 ; mangan 0,3~0,5 ; fosfor maksimal 0,05 ; sulfur maksimal 0,02 ; dan magnesium minimal 0,03%. *Tensile strength* sebesar 400 N/mm², *elongation* 15~18% dan kekerasan 130~180 HB. Penambahan unsur krom (Cr) pada BTN memberikan pengaruh yang berbeda – beda pada spesifikasi BTN yang berbeda. Pada *heavy section ductile cast iron*, penambahan Cr sebesar 0,26 dan 0,49% akan meningkatkan *strength* dan *hardness* secara signifikan. *Tensile strength* meningkat dari sekitar 440 ke 590 MPa dan *hardness* meningkat dari 170 ke 220 HB. Metode peleburan BTN terdiri dari beberapa tahap antara lain tahap inokulasi dan spheroidisasi. Proses spheroidisasi yang intens dan lambat akan menyebabkan penurunan kandungan karbon (C) dan kandungan residu magnesium (Mg). Kandungan Magnesium perlu dijaga karena magnesium berfungsi sebagai pembentuk grafit nodular. Peningkatan unsur magnesium sebagai *spheroidizer*

memberikan kecenderungan peningkatan pembulatan inti, hal tersebut akan meningkatkan *elongation*. Kekurangan unsur C, kelebihan unsur P-S dan peningkatan unsur Cr dapat menjadi faktor penghambat peningkatan efek pembulatan.

Rawangwong Surasit, Chatthong Jaknarin, dkk (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “An Investigation of Optimum Cutting Conditions in Face Milling Nodular Cast Iron FCD 400 Using Carbide Tool” dalam penelitiannya menyatakan FCD menjadi populer bagi banyak orang dalam aplikasi teknik karena potensi keunggulannya yaitu memiliki kekuatan dan keuletan tinggi, kelelahan yang baik, dan ketahanan aus. Karena sifat metalurgi dari bahan-bahan ini, proses pemesinan bahan-bahan ini dengan teknik pemesinan konvensional seperti milling. FCD 400 banyak digunakan dalam industri otomotif seperti untuk pompa bahan bakar dan pompa oli, silinder mesin dan *crankshaft*. Material ini memiliki potensi besar karena mekanik nya yang bagus.

Primljeno dan Prihvaceno (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Fracture Analysis of Nodular Cast Iron Crankshaft” hasil penelitiannya menyatakan retak *crankshaft* bisa dibedakan menjadi retak panas, retak hangat dan retak dingin. Cacat yang dihasilkan dalam proses pengecoran *crankshaft* adalah cacat retak panas. *Crankshaft* mesin pengecoran hot *cracking* adalah terjadinya *casting* retak panas saat penyusutan linier terhalang karena berbagai alasan dalam proses memulai penyusutan linier setelah pembentukan fase padat kerangka dasar poros engkol mesin. Berbeda dari suhu sedang dan rendah dari lingkungan dalam proses penggunaan atau pemrosesan panas, formasi retak panas suhu adalah suhu tinggi, sehingga disebut retak panas. Sebagian besar retakan panas terjadi pada pendinginan terakhir dan bagian pemadatan dari pengecoran poros engkol, khususnya dibagian tempat terjadinya penyusutan. Faktor utama yang mempengaruhi retak panas adalah sifat-sifat *casting alloy*, sifat pasir saat dalam proses pengecoran dan kondisi penuangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan dalam Tugas Akhir ini oleh penulis direncanakan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, *State of The Art* dan Sistematika Penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka yang berisi dari definisi besi cor, macam-macam besi cor, membuat coran, sand casting, peleburan logam, molding, fungsi *crank shaft*.

BAB III : METODE PENELITIAN

Adapun metode analisa adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur yaitu berisi tahapan analisa seret pengumpulan data-data diperusahaan terkait analisa ini.
2. Observasi yaitu metode analisa secara investigasi langsung kelapangan secara sistematis.
3. Interview yaitu penganalisa akan melakukan tanya jawab dengan orang-orang yang dianggap lebih memahami tentang permasalahan yang akan dibahas.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi proses analisa, hasil analisa dan pembahasan hasil analisa

BAB V : KESIMPULAN

Berisi hasil kesimpulan dari hasil penelitian

DAFTAR PUSTAKA : Berisi Referensi untuk mendukung penelitian

LAMPIRAN.